

**PENGARUH LAMA FERMENTASI LIMBAH CAIR PULP KAKAO  
(*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BIOHERBISIDA GULMA  
BELULANG (*Eleusine indica* L.)**

**(Sebagai Alternatif Bahan Petunjuk Pratikum Pada Materi Perubahan  
Lingkungan Dan Daur Ulang Limbah SMA Kelas X, Semester Genap)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
Dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan**



**FAKULTAS TERBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
RADEN INTAN LAMPUNG  
1441H / 2019 M**

**PENGARUH LAMA FERMENTASI LIMBAH CAIR PULP KAKAO  
(*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BIOHERBISIDA GULMA  
BELULANG (*Eleusine indica* L.)**

**(Sebagai Alternatif Bahan Petunjuk Pratikum Pada Materi Perubahan  
Lingkungan Dan Daur Ulang Limbah SMA Kelas X, Semester Genap)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
Dalam Tarbiyah dan Keguruan**



**Jurusan: Pendidikan Biologi**

**Pembimbing I :Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si**

**Pembimbing II :Ovi Prasetya Winandari, M.Si**

**FAKULTAS TERBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
RADEN INTAN LAMPUNG  
1441H / 2019 M**

## ABSTRAK

Pulp kakao merupakan hasil samping dari proses pengolahan buah kakao, pulp kakao dianggap sebagai limbah yang tidak berguna oleh petani kakao karena baunya yang tidak sedap, tanah yang terkena limbah ini akan berubah menjadi hitam dan kering serta tidak ada satu pun organisme yang hidup di atasnya, hal ini terjadi karena terdapat kandungan asam organik, asam aldehida dan polifenol dalam pulp kakao yang dapat menghambat pertumbuhan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi limbah cair pulp sebagai bioherbisida gulma belulang. Penelitian ini dilakukan di Desa Way Tebu Kecamatan Air Naningan Kabupaten Tanggamus. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 6 perlakuan dengan masing-masing perlakuan di ulangi sebanyak 3 kali. Pengambilan data dilakukan secara visual 4 HSA, 8 HSA, 12 HSA, 16 HSA. Selanjutnya data dianalisis menggunakan uji one way ANOVA dan uji LSD sebagai uji lanjutan data. Berdasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa limbah cair pulp kakao dengan lama fermentasi 3 hari, 6 hari, 9 hari, dan 12 hari memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan gulma belulang. Fermentasi limbah cair pulp kakao yang paling efektif menghambat pertumbuhan dan tingkat keracunan tanaman ialah pada fermentasi 12 hari.

**Kata Kunci: Bioherbisida, Gulma Belulang, Pulp Kakao**





**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

**Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260**

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi : PENGARUH LAMA FERMENTASI LIMBAH CAIR  
PULP KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI  
BIOHERBISIDA GULMA BELULANG (*Eleusine indica* L.)**

**Nama : Dian Safitri  
NPM : 1511060221  
Jurusan : Pendidikan Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

**MENYETUJUI**

**Untuk dimunaqosahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosah  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Rina Budi Sativarti, M.Si  
NIP. 198301072005012005**

**Ovi Prasetya Winandari, M.Si  
NIP. -**

**Ketua Jurusan  
Pendidikan Biologi**

**Dr. Eko Kuswanto, M.Si  
NIP. 19750514 2008 01 1 009**





KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **PENGARUH LAMA FERMENTASI LIMBAH CAIR PULP KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BIOHERBISIDA GULMA BELULANG (*Eleusine indica* L.)** Disusun oleh: **Dian Safitri, NPM: 1511060221**, Jurusan: **Pendidikan Biologi**, telah diujikan dalam sidang Munafasyah pada hari/ tanggal: **Jumat/ 29 November 2019**.

TIM DEWAN PENGUJI

Ketua : **Prof. Dr. Sultan Syahril, M.A** (.....)

Sekretaris : **Ahmad Rudini, S.Pd., M.Si** (.....)

Penguji Utama : **Ardian Asyhari, M.Pd** (.....)

Penguji Pendamping I : **Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si** (.....)

Penguji Pendamping II : **Ovi Prasetya Winandari, M.Si** (.....)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

**Prof. Dr. H. Nuzia Diana, M.Pd**  
NIP. 19640828 1988 03 2 002



## MOTTO

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ [لقمان:10]

Artinya:

“Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik”. (QS Al-Luqman:10)<sup>1</sup>



---

<sup>1</sup> Departemen Agama RI, *Mushaf Al-Quran Al-Kafi* (Jawa Barat: CV Penerbit Diponegoro, 2018).

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, rasa syukur yang selalu tercurahkan kepada Allah SWT. Atas anugrah dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Usaha, perjuangan dan karya kecil ku ini ku persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang kusayangi bapak Arip Hartoyo dan ibu Rusma Wati yang telah mendidik dan membesarkan, selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan semangat serta kasih sayang mereka baik secara moril maupun materi yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Adikku tercinta, Bayu Aji Gumelar yang telah mendoakan dan memberikan semangat dalam menyelesaikan kuliahku.
3. Almamater tercinta, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

## **RIWAYAT HIDUP**

Dian Safitri dilahirkan pada hari Selasa tanggal 03 November 1998, di Desa Way Tebu, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus. Anak pertama dari dua bersaudara, Putri dari pasangan Bapak Arip Hartoyo dan Ibu Rus Mawati.

Penulis memulai pendidikan di SDN Kecil Sinar Sekampung pada tahun 2003 dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan di SMPN1 Pulau Pangung, Kabupaten Tanggamus lulus pada tahun 2012, penulis meneruskan pendidikan di MAS Al-Ma'ruf Margodadi, Kecamatan Sumberjo, Kabupaten Tanggamus selesai pada tahun 2015. Selama menempuh pendidikan SMP, penulis aktif dalam kegiatan OSIS, serta pada masa MAS penulis juga menempuh pendidikan di pesantren AL-FALAH. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dari tahun 2015 hingga sekarang.

Selama kuliah penulis bekerja manjahit di Butik Dessy Munaf Desa Rawalaut, Kecamatan Enggal dari semester 2 sampai semester 6, selanjutnya penulis bekerja sebagai tenaga pengajar di Lembaga Bimbel LKP Prestasi Perumahan Permata Biru Blok.F Sukarame dari semester 8 hingga sekarang.



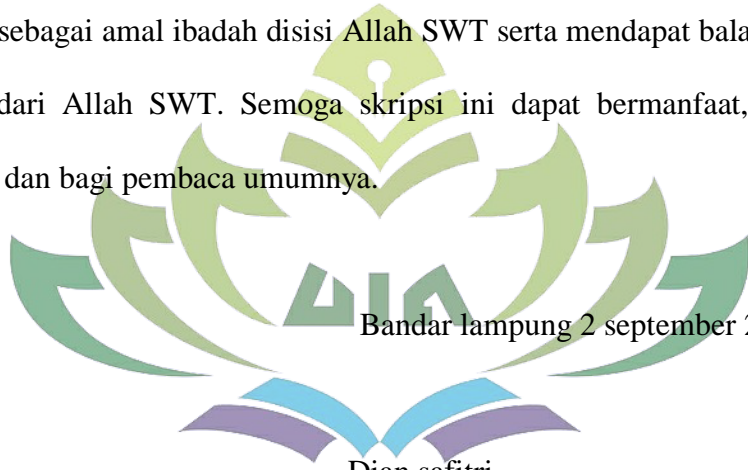
## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Rasa syukur khadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Lama Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Bioherbisida Gulma Belulang (*Eleusine Indica* L.)”. Sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana dalam Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung. Penulis menyadari dengan adanya keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki oleh penulis maka masih banyak kesalahan yang dilakukan penulis dalam menulis skripsi ini. Kenyataan tersebut menyadarkan penulis bahwa tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan terselesaikan. Maka dari itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku dekan Fakultas Tarbiyah UIN Raden Intan Lampung yang telah memberi bimbingan dan arahan.
2. Dr. Eko Kuswanto, S.Si., M.Si sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan izin penelitian sehingga skripsi ini terselesaikan.
3. Ibu Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si sebagai pembimbing 1 dan ibu Ovi Prasetya Winandari, M.Si sebagai pembimbing 2 yang telah menyisihkan waktu sibuknya untuk memberikan bimbingan serta arahan mengenai skripsi dan penelitian ini.
4. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan ilmunya dan telah banyak membantu penulis selama menempuh perkuliahan hingga selesai.

5. Sahabat yang sudah seperti keluarga sendiri, devilia Imelda, Dwi Nuraini, dan Duwi Lestari serta Seluruh mahasiswa/i kelas Biologi D angkatan 15 yang telah memberi dukungan, member saran, nasehat, semangat. dan telah bersama menghabiskan perkuliahan selama 4 tahun.
6. Semua pihak yang telah ikut serta memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini dengan lancar.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan dengan tulus dan ikhlas dicatat sebagai amal ibadah disisi Allah SWT serta mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca umumnya.



Bandar lampung 2 september 2019

Dian safitri  
Npm: 1511060221



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	iii
PERSETUJUAN.....	iv
PENGESAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv

### BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat Penelitian .....	7

### BAB II LANDASAN TEORI

A. Kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	8
B. Gulma Belulang ( <i>Eleusine indica</i> L.).....	18
C. Kematian dan Kerusakan Tanaman .....	20
D. Penggolongan Gulma.....	22
E. Metode Pengendalian Gulma .....	26
F. Herbisida .....	28
G. Bioherbisida .....	30
H. Fermentasi .....	30
I. Analisis Materi Pembelajaran .....	32
J. Kerangka Berfikir.....	33
K. Hipotesis.....	34

### BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan waktu Penelitian .....	35
B. Alat dan Bahan.....	35

C. Populasi dan Sempel Penelitian .....	35
D. Metode Penelitian.....	36
E. Cara Kerja .....	36
F. Uji fitokimia pulp kakao .....	40
G. Tehnik Analisis Data.....	42
H. Alur Kerja Penelitian.....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	44
B. Pembahasan.....	59
C. Aplikasi Materi Pembelajaran.....	68
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	70
B. Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	





## DAFTAR TABEL

Table 3.1 Notasi perlakuan dan ulangan setelah pengacakan .....	36
Tabel 4.1 data hasil pengamatan tinggi tanaman .....	44
Tabel 4.2 uji one-way ANOVA tinggi tanaman .....	46
Tabel 4.3 hasil uji LSD tinggi tanaman .....	47
Tabel 4.4 data hasil pengamatan tingkat keracunan tanaman .....	48
Tabel 4.5 uji one-way ANOVA tingkat keracunan tanaman .....	50
Tabel 4.6 hasil uji LSD tingkat keracunan tanaman .....	51
Tabel 4.7 data hasil pengamatan bobot basah gulma .....	52
Tabel 4.8 uji one-way ANOVA bobot basah gulma .....	54
Tabel 4.9 hasil uji LSD bobot basah gulma .....	54
Tabel 4.10 data hasil pengamatan bobot kering gulma .....	55
Tabel 4.11 uji one-way ANOVA bobot kering gulma .....	58
Tabel 4.12 hasil uji LSD bobot kering gulma .....	59
Tabel 4.13 hasil uji fitokimia pulp kakao.....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Akar Kakao .....	10
Gambar 2.2 Batang dan Cabang Coklat.....	11
Gambar 2.3 Daun Kakao.....	12
Gambar 2.4 Bunga Kakao .....	12
Gambar 2.5 Buah Coklat.....	13
Gambar 2.6 Komposisi Buah Kakao.....	13
Gambar 2.7 Biji Kakao .....	14
Gambar 2.8 Cairan Pulp Kakao .....	15
Gambar 2.9 Gulma Belulang.....	19
Gambar 4.1 grafik hubungan perlakuan dan tinggi gulma .....	45
Gambar 4.2 grafik hubungan perlakuan dan tingkat keracunan gulma .....	49
Gambar 4.3 grafik hubungan perlakuan dan bobot basah gulma .....	53
Gambar 4.4 grafik hubungan perlakuan dan bobot kering gulma.....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2. Data Pengamatan

Lampiran 3. Tabel Uji Normalitas, One-Way Anova, Descriptive, dan LSD

Lampiran 4. Silabus

Lampiran 5. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Lampiran 6. Panduan Praktikum



## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman tumbuhan (flora) terbesar di dunia. Keadaan ini disebabkan oleh garis *wallace*, yang membagi Indonesia menjadi dua zona zoogeografi Asia dan zoogeografi Australia. Curah hujan yang sangat tinggi pada daerah tropis juga dapat mempengaruhi kesuburan tumbuhan. Tumbuhan dapat bersifat menguntungkan jika memiliki nilai ekonomi serta dapat dimanfaatkan dalam kehidupan dan dapat bersifat merugikan jika tidak dapat dimanfaatkan serta tidak menguntungkan, contohnya seperti gulma.

Gulma adalah jenis tumbuhan yang merugikan kepentingan manusia melalui kompetisi ruang, waktu, dan sumber nutrisi. Kehadiran gulma pada lahan pertanian dapat berdampak buruk bagi tanaman utama, yaitu dapat menurunkan hasil produksi tanaman utama.<sup>1</sup> Gulma dapat menimbulkan keracunan bagi tanaman pokok dengan mengeluarkan zat allelopati tertentu.<sup>2</sup>

Rumput belulang (*Eleusine indica* L.) tergolong kedalam gulma semusim, dapat ditemukam di area persawahan, kebun, ladang pertanian. Gulma ini dapat berkembang biak dengan cepat jika memperoleh cahaya yang cukup dan perairan

---

<sup>1</sup> Hidayat Pujjisiwanto, "Pengaruh Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao terhadap Tingkat Keracunan dan Pertumbuhan Beberapa Gulma Berdaun Lebar," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 1 (Desember 2011): h. 13.

<sup>2</sup> H. Jody Moenandir, *Ilmu gulma* (Jakarta: Rajawali, 1988), h. 73.

yang melimpah, sebaliknya jika berada pada tempat tidak menguntungkan sedikit saja gulma ini langsung mengalami kematian.<sup>3</sup> Rumput belulang ini dianggap sebagai gulma yang merugikan tanaman budidaya karena akarnya mengeluarkan eskudat yang cukup beracun.

Herbisida merupakan suatu senyawa kimia baik organik maupun anorganik yang bersifat racun terhadap gulma atau tumbuhan pengganggu tanaman induk lainnya.<sup>4</sup> Herbisida kimia banyak diminati oleh para petani hal ini terjadi karena herbisida kimia sangat efektif, mudah, dan mempersingkat waktu dalam pengendalian gulma. Meskipun herbisida sangat efektif dalam mengendalikan gulma, namun penggunaan berlebihan pada salah satu jenis herbisida dapat memicu terjadinya resistensi. Resistensi herbisida merupakan suatu keadaan gulma yang mampu bertahan hidup normal pada dosis herbisida yang tinggi dan dapat mematikan suatu spesies yang lain yang hidup pada lahan yang sama.<sup>5</sup> Dampak lain yang timbul akibat penggunaan herbisida secara berlebihan adalah terjadinya keracunan pada organisme nontarget, polusi sumber air dan kerusakan tanah, juga keracunan akibat residu herbisida pada produk pertanian.

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman komoditi perkebunan yang banyak dibudidayakan oleh para petani Indonesia. Secara

---

<sup>3</sup> Satria Parlindungan Dalimunthe, Edison Purba, dan Meiriani, "Respons Dosis Biotip Rumput Belulang (*Eleusine Indica* L. Gaertn) Resistensi-Glifosat Terhadap Glifosat, Parakuat Dan Indaziflam," *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3, no. 2 (t.t.): h. 626.

<sup>4</sup> Dad R.J. Sembodo, *Gulma dan Pengolahannya*, pertama (Yogyakarta: Graha ilmu, 2010), h. 107.

<sup>5</sup> Satria Parlindungan Dalimunthe, Edison Purba, dan Meiriani, "Respons Dosis Biotip Rumput Belulang (*Eleusine Indica* L. Gaertn) Resistensi-Glifosat Terhadap Glifosat, Parakuat Dan Indaziflam," h. 627.



nasional, perkebunan kakao memberikan kontribusi ekspor keempat terbesar setelah sawit, karet, dan kopi.<sup>6</sup> Indonesia juga merupakan negara terbesar ketiga sebagai pengekspor kakao di dunia. Walaupun Indonesia termasuk kedalam urutan ketiga negara pengekspor kakao terbesar di dunia mutu kakao Indonesia masih di anggap rendah di pasar internasional. Hal ini terjadi karena citarasa kakao Indonesia memiliki tingkat kemasamaan yang tinggi. Biji kakao dengan tingkat kemasaman yang tinggi akan mengakibatkan cita rasa coklat yang dihasilkan kurang baik dan kurang disukai oleh konsumen.<sup>7</sup>

Cara pengelolaan kakao di Indonesia belum sesuai dengan kebijakan sertifikasi kakao yang telah ditetapkan oleh negara-negara ekspor. Mutu biji kakao yang diperdagangkan di pasar internasional yang paling utama harus sudah difermentasi dengan kadar air minimal 7 persen. Sesuai dengan persyaratan yang sesuai dengan sertifikasi mutu biji kakao yang berstandar internasional pengolahan kakao harus melalui proses fermentasi. Dengan tujuan untuk memperbaiki dan membentuk cita rasa coklat yang enak serta menyenangkan, dan dapat mengurangi rasa sepat dan pahit pada biji kakao.<sup>8</sup>

Proses fermentasi buah kakao dapat dihasilkan cairan yang disebut pulp.

Pulp merupakan jaringan halus yang berlendir membungkus biji kakao, zat yang

---

<sup>6</sup> Aris Faisal Pratama, Herry Susanto, dan Dad R J Sembodo, "Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao," *Jurnal Agrotropika* 1, no. 1 (2013): h. 80.

<sup>7</sup> Juniaty Towaha, "Diversifikasi Produk Berbasis Pulpa Kakao," *Jurnal Simov* 1, no. 2 (2013): h. 85.

<sup>8</sup> Daru Mulyono, "Harmonisasi Kebijakan Hulu-Hilir Dalam Pengembangan Budidaya Dan Industri Pengolahan Kakao Nasional," *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik* 7, no. 2 (12 Juni 2017): h. 112, <https://doi.org/10.22212/jekp.v7i2.417>.

menyusun pulp terdiri atas 80-90% air, glukosa dan sukrosa antara 12-15%, asam organik dan beberapa asam amino, protein dan lemak, dengan kisaran pH antara 3-4.<sup>9</sup> Dengan kandungan senyawa-senyawa hasil fermentasi dari pulp kakao tersebut diharapkan dapat dijadikan sebagai herbisida.

Pulp kakao dimanfaatkan sebagai herbisida sudah terbukti dalam penelitian. Diantaranya yaitu penelitian dari Rahmawasih yang terbukti efektif menghambat pertumbuhan gulma rumput teki (*Cyperus kyllingia*) pada pemberian perlakuan 500ml fermentasi pulp kakao dengan memperlihatkan tingkat keracunan gulma dengan rata-rata 96,58%.<sup>10</sup> Selanjutnya terbukti pada penelitian Ari Faisal Pratama, Herry Susanto, Dan R.J. Sembodo fermentasi cairan pulp kakao dapat meracuni golongan gulma rumput dengan tingkat persentasi tertinggi mencapai 85% dalam jangka waktu empat hari setelah aplikasi.<sup>11</sup> Dapat dibuktikan juga pada penelitian Hidayat Puji siswanto yang mengaplikasikan fermentasi limbah cair pulp kakao kepada beberapa jenis gulma berdaun lebar, penelitian ini dapat mematikan gulma *Asystasia gangetica* dalam jangka waktu empat hari setelah aplikasi dengan lama fermentasi 2 minggu, sehingga mencapai tingkat keracunan 31,00%.<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> St Sabahan Nur dan Andi Ralle, "Peningkatan Kadar Alkohol, Asam Dan Polifenol Limbah Cairan Pulp Biji Kakao Dengan Penambahan Sukrosa Dan Ragi," *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* 13, no. 1 (30 Juni 2018): h. 53, <https://doi.org/10.33104/jihp.v13i1.3823>.

<sup>10</sup> Rahmawasih, "Efektivitas Limbah Pulp Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Herbisida Gulma Rumput Teki (*Cyperus Kyllingia*)," *Universitas Cokroaminoto Palopo* 1, no. 1 (2018): h. 6.

<sup>11</sup> Pratama, Susanto, dan Sembodo, "Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao," h. 83.

<sup>12</sup> Pujiswanto, "Pengaruh Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao terhadap Tingkat Keracunan dan Pertumbuhan Beberapa Gulma Berdaun Lebar," h. 15.

Proses pemanfaatan pulp kakao belum banyak diketahui bahkan masyarakat belum memperhatikan bahwa dalam pengolahan buah kakao menghasilkan produk sampingan berupa pulp yang dapat dijadikan sebagai bioherbisida dalam pengendalian gulma yang ramah lingkungan. Masyarakat yang cenderung menganggap cairan pulpa hanya sebagai limbah yang tidak berguna dan membiarkan cairan pulpa kakao tersebut terbuang sia-sia diatas tanah sehingga menimbulkan warna hitam pada tanah dan tidak ada satupun organisme atau tumbuhan yang hidup di tanah tersebut. Oleh karena itu, agar limbah cair pulp kakao tidak mencemari lingkungan, cairan tersebut dapat diolah lebih lanjut menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomi seperti pembuatan etanol, asam asetat, herbisida dan sebagai aktivator dalam pengomposan.

Firman Allah SWT dalam surat Ali-Imron ayat 191

رَضِ السَّمَوَاتِ خَلْقِي وَيَتَفَكَّرُونَ جُنُوبِهِمْ إِذْ خُلِقَتْ مَا رَبَّنَا وَعَلَىٰ وَقُودًا قِيمًا اللَّهُ يَذْكُرُونَ الَّذِينَ  
 ٱلنَّارِ عَذَابَ فَقِنَا سُبْحَنَكَ بَطِلًا هُوَ ٱلْأَوَّلُ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.” (QS. Ali-imron: 191)<sup>13</sup>.

Ayat diatas menjelaskan sesungguhnya peringatan Al-qur’an tersebut mutlak benar. Segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT di muka bumi ini pasti memiliki manfaat tersendiri dan tidak ada ciptaan-Nya yang tidak bermanfaat di

<sup>13</sup> Departemen Agama RI, *Mushaf Al-Quran Al-Kafi* (Jawa Barat: CV Penerbit Diponegoro, 2008).



muka bumi ini. Salah satunya yaitu tanaman coklat yang memberikan manfaat bagi perekonomian dan pendidikan.

Melalui kasus ini, maka dilakukan penelitian dengan harapan mengurangi limbah pulp kakao, dengan menghasilkan produk bahan alami yang tentunya sangat bermanfaat sebagai herbisida yang ramah lingkungan.

## **B. Identifikasi masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Menurunnya kuantitas dan kualitas tanaman budidaya yang diakibatkan oleh gulma yang dapat mengeluarkan zat allelopati.
2. Akibat yang ditimbulkan dari penggunaan herbisida kimia secara berlebihan dan dalam jangka waktu yang panjang.
3. Adanya dampak negatif dari pembuangan limbah cair pulp kakao secara sembarangan.
4. Kurangnya pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan limbah cair pulp kakao sebagai bioherbisida.

## **C. Batasan masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, dengan menyesuaikan tingkat kesulitan, maka peneliti membatasi permasalahan sebagai fokus penelitian yaitu: untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi limbah cair pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai bioherbisida gulma belulang (*Eleusine indica* L.)

**D. Rumusan masalah.**

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu: Adakah pengaruh lama fermentasi limbah cair pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai bioherbisida gulma belulang (*Eleusine indica* L.).

**E. Tujuan penelitian.**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu: Untuk mengetahui ada dan tidaknya pengaruh lama fermentasi limbah cair pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai herbisida gulma belulang (*Eleusine indica* L.)

**F. Manfaat penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan informasi dan pengetahuan untuk masyarakat bahwa dalam pengolahan buah kakao menghasilkan produk sampingan yang dapat digunakan sebagai bioherbisida dalam upaya pembasmian gulma.
2. Bagi penelitian sebagai sumber data dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Kakao (*Theobroma cacao* L.)

##### 1. Deskripsi tanaman kakao

Kakao merupakan tanaman budidaya perkebunan dengan tinggi mencapai 5-10 meter. Kakao berasal dari negara Amerika selatan, namun saat ini telah tersebar luas dan banyak dikembangkan di kawasan tropis, hal ini dikarenakan daerah tropis memiliki sifat ekologi yang paling cocok untuk tanaman kakao. Di daerah asalnya kakao tergolong tanaman kecil yang hidup bawah hutan hujan tropis. Tanaman ini menghasilkan buah dengan biji sebagai produk utama dari tanaman ini yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai bidang industri.<sup>1</sup>

Tanaman kakao telah dibudidayakan dan dikembangkan di Indonesia sejak 20 tahun terakhir. Pada tahun 2013 Indonesia menjadi negara terbesar ketiga sebagai pemasok komoditi kakao di dunia dengan luas perkebunan sebesar 1.475.344 ha. Indonesia mengekspor kakao dalam bentuk biji kering, coklat biji, pasta, dan margarine dengan negara tujuan Negara ekspor Belanda, Amerika, Singapura, Dan Jerman Barat. Hal ini membuktikan bahwa kakao dapat meningkatkan keungan nasional dan

---

<sup>1</sup> Budi Martono, "Karakteristik Morfologi Dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao," *jurnal Inovasi Teknologi Bioindustri* 5, no. 2 (Maret 2014): h. 15.



dapat menjadi sumber lapangan pekerjaan dan penghasilan bagi masyarakat Indonesia.<sup>2</sup>

Jenis tanaman kakao yang dikembangkan pada awalnya adalah jenis kakao *Criollo* atau *Flavour Cacao* yang termasuk kedalam kakao bermutu baik, namun seiring berjalannya waktu produksi dari kakao jenis ini mengalami penurunan bahkan sampai tingkat terendah, hal ini terjadi karena jenis kakao ini peka terhadap serangan serangga hama dan penyakit. Sehingga pada tahun 1973 diperkenalkan kakao jenis baku (*Bulk Cacao*) oleh BPP medan, sehingga pengembangan kakao di Indonesia hingga saat ini banyak menggunakan jenis baku karena kakao jenis ini diketahui relatif tahan terhadap hama dan penyakit serta produktivitasnya tinggi.<sup>3</sup> Tanaman kakao tersebut merupakan salah satu anggota genus *Theobroma* dari famili *Malvaceae* yang banyak dibudidayakan, yang secara sistematika memiliki urutan taksa sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malvales
Famili	: Malvaceae
Genus	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao</i> L. <sup>4</sup>

<sup>2</sup> Kementrian Pertanian, *Statistik Perkebunan Kakao Indonesia* (Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, 2015), h. 79.

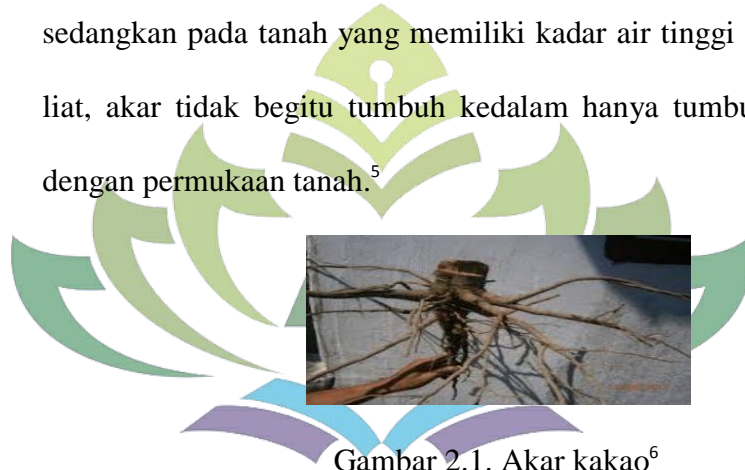
<sup>3</sup> Daru Mulyono, "Harmonisasi Kebijakan Hulu-Hilir Dalam Pengembangan Budidaya Dan Industri Pengolahan Kakao Nasional," *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik* 7, no. 2 (12 Juni 2017): h. 95-110, <https://doi.org/10.22212/jekp.v7i2.417>.

<sup>4</sup> Juniaty Towaha, "Diversifikasi Produk Berbasis Pulpa Kakao," *Jurnal Sirnov* 1, no. 2 (2013): h. 58.

## 2. Morfologi kakao

### a. Akar

Kakao(*Theobroma cacao* L.) merupakan tumbuhan dengan sistem perakaran tunggang yang disertai dengan akar serabut yang berkembang dipermukaan tanah, dengan panjang akar sampai 8 meter kerah samping dan 15 meter kerah bawah. Pada tanah yang memiliki kadar air rendah akar kakao akan tumbuh panjang kedalam tanah, sedangkan pada tanah yang memiliki kadar air tinggi atau pada tanah liat, akar tidak begitu tumbuh kedalam hanya tumbuh lateral dekat dengan permukaan tanah.<sup>5</sup>



Gambar 2.1. Akar kakao<sup>6</sup>

### b. Batang

Batang kakao tumbuh tegak, dengan tinggi 1,8-3m pada umur 3 tahun dan mencapai 4-7m setelah berumur 12 tahun. Batangnya berkayu berbentuk bulat, berwarna coklat, bergetah, dan memiliki permukaan kulit kasar. Percabangan pada tanaman kakao sangat banyak berkisaran 5-10. Dengan dua tipe arah pertumbuhan cabang yaitu tipe

<sup>5</sup> Martono, "Karakteristik Morfologi Dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao," h. 17.

<sup>6</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019), t.t.

orthotrop dan tipe plagiotrop. Pada batang dan cabang tanaman kakao sering ditumbuhi tunas air atau wiwilan yang bersifat parasit karena menyerap energi sehingga akan mengurangi proses pembungaan dan pembuahan pada tanaman kakao.<sup>7</sup>



Gambar 2.2 batang dan cabang kakao.<sup>8</sup>

#### c. Daun

Warna daun muda berwarna kuning, kuning cerah, coklat, merah kecoklatan, merah tua, dan hijau kecoklatan, berwarna hijau ketika daun sudah tua, dan memiliki warna daun coklat pekat jika sudah kering. Kakao memiliki daun tunggal, dengan bentuk tangkai silindris, bersisik halus dengan pangkal bulat oval. Tangkai daun berwarna hijau kekuningan dan hijau kecoklatan. Bangun daunnya bulat memanjang. Ujung dan pangkal daunnya meruncing dan tepi daun yang rata. Panjang daun sekitar 10-48 cm dengan lebar 4-20 cm. Tipe susunan pertulangan daun menyirip, Daging daun tipis namun kuat seperti parkamen.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Gembong Tjitrosoepomo, *Morfologi tumbuhan* (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1985), h. 78-85.

<sup>8</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019).

<sup>9</sup> Tjitrosoepomo, *Morfologi tumbuhan*, h. 11-48.





Gambar 2.3. Daun kakao<sup>10</sup>

d. Bunga

Tanaman kakao memiliki bunga yang tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang atau dapat disebut dengan bantalan bunga (cushion), dalam keadaan normal tanaman kakao dapat menghasilkan bunga sebanyak 6000-10.000 pertahun, namun dari semua bunga tidak dapat menjadi buah semua hanya 5% saja. Panjang tangkai bunga 2-4 cm, warna tangkai bermacam-macam mulai dari hijau muda, hijau kemerahan, merah muda dan merah. Bunga nya kecil, halus, bergerombol, berwarna putih sedikit ungu ke merahan, dengan 5 daun kelopak yang bebas, 5 daun mahkota, 10 tangkai sari yang tersusun dalam 2 lingkaran yang masing-masing lingkaran terdiri dari 5 tangkai sari, dan hanya satu lingkaran benang sari saja yang bersifat fertil dan 5 daun buah yang bersatu.<sup>11</sup>



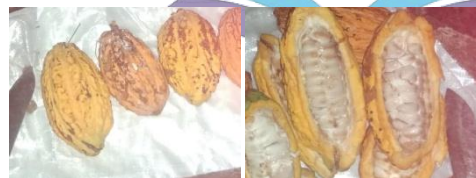
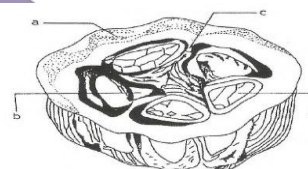
<sup>10</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019).

<sup>11</sup> Martono, "Karakteristik Morfologi Dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao," h.

Gambar 2.4. Bunga kakao<sup>12</sup>

## e. Buah

Buah kakao tergolong kedalam buah buni, dengan bentuk daging buah yang lunak. Buah kakao memiliki permukaan halus dan agak kasar. Memiliki alur yang dangkal, sedang dan dalam, dengan jumlah alur sekitar 10 yang memiliki ketebalan antara 1-2 cm. Panjang buah sekitar 10 hingga 30 cm dan berdiameter 8-10 cm, buah muda berukuran 8 cm. Berbentuk bulat memanjang dengan warna yang bervariasi, sewaktu muda berwarna hijau muda, merah muda, dan merah kecoklatan. Pada buah masak kuning kemerahan, kuning cerah, orange, kuning agak kehijau-hijauan, dan merah kekuningan. Buah kakao terdiri dari tiga komponen utama yaitu kulit buah plasenta dan biji.<sup>13</sup>

Gambar 2.5. Buah coklat<sup>14</sup>Gambar 2.6. Komposisi buah kakao: (a) kulit; (b) pulp ; (c) plasenta; (d) biji<sup>15</sup>

## f. Biji

Biji kakao terangkai pada plasenta yang terletak ditengan-tengah buah yang tumbuh dari pangkal buah. Jumlah biji dari satu buah

<sup>12</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019).

<sup>13</sup> Tjitrosoepomo, *Morfologi tumbuhan*, h. 222.

<sup>14</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019).

<sup>15</sup> Towaha, "Diversifikasi Produk Berbasis Pulpa Kakao," h. 59.

sekitar 20-60, dengan bentuk biji yang bulat telur agak pipih, biji dilindungi oleh selaput yang lunak berwarna putih dengan citarasa manis, atau dalam dunia pertanian disebut pulp(*Micilange*). Pulp memiliki sifat yang dapat menghambat perkecambahan biji, oleh sebab itu harus dibuang karena dapat merusak biji. Biji kakao terbagi menjadi tiga bagian yaitu kotiledon, kulit, dan lembaga. Endosperm biji mengandung lemak dengan kadar yang cukup tinggi.<sup>16</sup>



Gambar 2.7. Biji kakao<sup>17</sup>

g. Pulp kakao

Dalam pengolahan buah kakao kering menghasilkan limbah antara lain kulit buah kakao dan pulp. Pulp merupakan jaringan halus, berlendir yang menyelubungi biji kakao basah.<sup>18</sup> Dalam proses fermentasi biji kakao dibedakan menjadi dua proses yaitu fermentasi internal dan fermentasi eksternal. Pada fermentasi internal terjadi proses hancurnya pulp dengan bantuan mikroorganisme dan enzim protopektinase. Sedangkan pada proses fermentasi eksternal terjadi

<sup>16</sup> Martono, "Karakteristik Morfologi Dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao," h. 19-20.

<sup>17</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Nanningan Tanggamus (16 februari 2019).

<sup>18</sup> St. Sabahanur dan Andi Ralle, "Peningkatan kadar alkohol, asam dan polifenol limbah cairan pulp kakao dengan penambahan sukrosa dan ragi," *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* 13, no. 1 (Juni 2018): h. 53.

perubahan kimia dengan hilangnya senyawa purin dan polifenol bersama pulp sehingga terbentuknya aroma, cita rasa yang khas dan menyenangkan bagi pengonsumsinya.<sup>19</sup>

Fermentasi biji kakao dinyatakan selesai jika pulp sudah mulai bersih dari kulit, kulit berwarna coklat, berbau asam cuka dan suhu akhir fermentasi menurun.<sup>20</sup> Dari proses fermentasi 1 ton biji kakao dapat menghasilkan limbah pulp sebanyak 75-100 liter dengan bau yang tidak sedap. Sedangkan menurut penelitian Prayaccitra, cairan limbah pulp kakao dapat mencapai 10-15% dari berat biji kakao basah.<sup>21</sup>



Gambar 2.8 limbah cair pulp kakao<sup>22</sup>

### 3. Kandungan kimia pulp kakao

Limbah cair pulp kakao mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa dalam berat molekul rendah yang ditemukan dalam jumlah minor pada

<sup>19</sup> Ramlah dan Daud, "Pengaruh lama fermentasi terhadap warna dan citarasa biji kakao.," *Jurnal industri hasil perkebunan* 1, no. 4 (1 Mei 2009): h. 25.

<sup>20</sup> Sulistyowati dan Soenaryo, "Optimasi lama fermentasi dan perendaman biji kakao mulia.," *Pelita Perkebunan* 5, no. 1 (10 2015): h. 42.

<sup>21</sup> Pettipher, "Analysis of cacao pulp and the formulation of standardised artificial cacao pulp medium," *Journal of the Science and Food Agricultural* 4, no. 1 (21 Februari 2008): h. 302.

<sup>22</sup> Dian Safitri, "sumber pribadi," 26 Agustus 2019.

organisme yang memproduksinya karena tidak berfungsi sebagai komponen esensial dalam metabolisme melainkan berfungsi sebagai agen pertahanan diri, perlawanan terhadap penyakit atau kondisi kritis.<sup>23</sup> Pada uji fitokimia yang telah dilakukan oleh Atanama, bahwa cairan fermentasi pulp kakao mengandung senyawa

Asam organik merupakan senyawa yang memiliki gugus karboksil yang dapat digolongkan menurut tipe rantai karbon, kejenuhan, substitusi dan nomor fungsinya.<sup>24</sup> Asam malat dan sitrat merupakan cairan yang dihasilkan oleh tanaman terdapat di dalam buah yang berkerja menghambat perkecambahan.<sup>25</sup>

asam asetat dalam pulp kakao menghambat pertumbuhan gulma dengan cara mendegradasi membrane sel sehingga terjadi kebocoran yang mengakibatkan menurunnya serapan  $\text{CO}_2$  sehingga meningkatkan kandungan  $\text{O}_2$  dalam tubuh tanaman yang mengakibatkan terhambatnya sintesis protein.<sup>26</sup> Asam asetat juga dapat meracuni gulma melalui pembentukan superoksida dan hydrogen peroksida di dalam kloroplas sehingga terjadi peningkatan

---

<sup>23</sup> Yustinus Ulung Anggraito dkk., *Metabolit Sekunder dari Tanaman; Aplikasi dan Produksi*, 1 (Universitas Negeri Semarang, 2018), h. 5.

<sup>24</sup> Lungguk Sitorus, Julius Pontoh, dan Vanda Kamu, "Analisis beberapa asam organik dengan metode Hing Performance Liquid Chromatography (HPLC) Grace Smart Rp 15  $\mu$ ," *Jurnal MIPA* 4, no. 2 (6 Mei 2015): h. 149.

<sup>25</sup> H. Jody Moenandir, *Ilmu gulma* (Jakarta: Rajawali, 1988), h. 83.

<sup>26</sup> Effendi, M.S., "Kinetika fermentasi asam asetat (Vinegra) oleh bakteri *Acetobacter aceti* B127 dari etanol hasil fermentasi limbah cair pulp kakao," *J Teknol Ind Pert* 3, no. 13 (28 September 2002): h. 128.



enzim superoksida demutasi yang mengakibatkan kerusakan sel mesofil daun gulma sehingga menghambat laju fotosintesis.<sup>27</sup>

Polifenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman, yang paling banyak di temukan di dalam buah. Polifenol dapat bersifat racun sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dengan cara mempengaruhi enzim hidrolisis yang berperan dalam memecah cadangan makanan menjadi senyawa yang siap dimetabolisme.<sup>28</sup> Selain itu juga, polifenol dapat menaikkan tekanan osmosis yang dapat menghambat difusi air dan oksigen ke dalam tubuh tanaman, serta menghambat transport asam amino dan pembentukan protein.<sup>29</sup>

Senyawa polifenol dapat menghambat pertumbuhan melalui pembelahan sel dan pemanjangan sel, kerja hormon, mengubah pola klerja enzim, menghambat proses respirasi, mengurangi kemampuan fotosintesis, mengurangi pembukaan stomata, menghambat penyerapan air dan hara, serta menurunkan permeabilitas membran. Polifenol merupakan senyawa kimia yang paling banyak digunakan sebagai bahan insektisida, herbisida dan fungisida.<sup>30</sup> Sebagai herbisida

---

<sup>27</sup> Hidayat Pujiiswanto, S.M, M.P, "Mekanisme dan efektivitas asam asetat sebagai herbisida terhadap gulma pada jagung (*Zea mays* L.)," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 3 (2015): h. 3.

<sup>28</sup> Heri Hermawan, "Kadar Polifenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil," *Jurnal FMIPA* 1, no. 1 (2012): h. 18.

<sup>29</sup> Q, Wang dan D. A. Jiang, "Phenolic and Plant Allelopathy," *Journal Molecules* 15, no. 2 (2010): h. 172.

<sup>30</sup> Hermanus Suprpto dan Dad R J Sembodo, "Respons Pertumbuhan Gulma Terhadap Kepekatan Cairan Fermentasi Pulp Kakao Sebagai Bioherbisida Pascatumbuh," 2013, 6.

polifenol sangat tinggi toksisitasnya, bersifat non selektif dan berkerja secara efektif dan bersifat kontak.<sup>31</sup>

## **B. Gulma belulang (*Eleusine indica* L.)**

### **1. Deskripsi Gulma belulang**

Belulang Tergolong kedalam gulma semusim, berumur pendek, dan berkembangbiak menggunakan biji, tanaman ini dapat mencapai ketinggian 90 m. Gulma ini dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat jika memperoleh cahaya yang cukup dan perairan yang melimpah, namun memiliki sifat sebaliknya jika lingkungan sedikit saja tidak menguntungkan langsung membuat tanaman ini mati. Gulma belulang biasanya hidup di daerah hangat, basah dan tempat-tempat yang memiliki kandungan akan kaya nutrisi. Gulma belulang dapat ditemukan di area persawahan, kebun, pinggir jalan dan ladang pertanian. Secara fisik belulang bersaing dengan tanaman budidaya untuk ruang, cahaya, dan secara kimiawi untuk air, nutrisi, gas-gas penting, dan dalam peristiwa allelopati.<sup>32</sup>

Gulma belulang memiliki nama atau sebutan lain disetiap daerahnya seperti; Carulang atau jampang di daerah Sunda, suket lulangan diarah Jawa, dan goosegrass. Gulma belulang juga memiliki sistem klasifikasi yang lengkap, berikut urutan taksanya yaitu;

---

<sup>31</sup> Any Guntarti, "Kadar Polifenol Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Pada Variasi Asal Daerah," *Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* 3, no. 1 (Juli 2016): h. 23.

<sup>32</sup> Satria Parlindungan Dalimunthe, Edison Purba, dan Meiriani, "Respons Dosis Biotip Rumput Belulang (*Eleusine Indica* L. Gaertn) Resisten-Glifosat Terhadap Glifosat, Parakuat Dan Indaziflam," *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3, no. 2 (t.t.): h. 625-626.

Regnum : Plantae  
 Divisio : Magnoliophyta  
 Kelas : Liliopsida  
 Ordo : Poales  
 Familia : Poaceae  
 Genus : Eleusine  
 Spesies : *Eleusine indica* L.<sup>33</sup>

## 2. Morfologi Gulma belulang



Gambar 2.9 Gulma Belulang<sup>34</sup>

Belulang. tumbuh dalam rumpun dari akar, memiliki akar pada nodus, akarnya serabut dengan sistem akar yang berserat. Mempunyai batang yang selalu berbentuk cekung, mendatar, menempel pipih dengan beberapa rambut halus dan seringkali batang mempunyai cabang. Belulang termasuk ke dalam rumput berdaun sempit, sehingga memiliki daun yang terdiri dari dua baris, memiliki permukaan yang kasar pada tiap ujungnya dan berambut pada pangkal daun, pelepah daun menempel kuat pada batang, lidah daun pendek seperti selaput, tumbuh dalam rumpun, daunnya berwarna hijau dengan panjang lebih dari 2 cm.

Bunga gulma ini termasuk kedalam biseksual, yang tersusun dalam sederetan bulir yang berbentuk menjari 3-5, berkumpul pada sisi poros

<sup>33</sup> Aris Faisal Pratama, Herry Susanto, dan Dad R J Sembodo, "Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao," *Jurnal Agrotropika* 1, no. 1 (2013): h. 96.

<sup>34</sup> Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019).

yang pertunas, anak bulirnya tersusun berselang seling, bunganya berwarna hijau dengan kelopak yang tidak terlihat. Bungannya memproduksi biji, biasanya bijinya berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat kecil, dengan permukaan yang halus dan licin. Perkecambahan biji gulma kelulang memerlukan waktu 4 sampai 6 minggu lamanya sehingga menjadi gula baru.<sup>35</sup>

### C. Kematian dan kerusakan tanaman

Kematian dan kerusakan tanaman pada lahan pertanian merupakan masalah yang sudah biasa bagi para petani. Kerusakan dan kematian tersebut disebabkan oleh hewan, tumbuhan, lingkungan, dan baik dari manusia itu sendiri. Baik dari yang berukuran mikro hingga makro yang bersifat mereugikan, menghambat pertumbuhan bahkan dapat mematikan bagi tanaman budidaya.<sup>36</sup> Organisme pengganggu terdiri dari tiga kelompok yaitu hama (binatang Vertebrata dan Invertebrata), penyakit (virus, jamur, bakteri, kapang, cendawan dan mikoplasma), dan gulma ( gulma teki, berdaun sempit, dan berdaun lebar).<sup>37</sup>

#### 1. Hama

<sup>35</sup> Etik Erna Wati Hadi, Siti Muslimah Widyastuti, dan Subagus Wahyuono, "Keanekaragaman Dan Pemanfaatan Tumbuhan Bawah Pada Sistem Agroforestri Di Perbukitan Menoreh, Kabupaten Kulon Progo," *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 23, no. 2 (11 Juli 2016): h. 212, <https://doi.org/10.22146/jml.18792>.

<sup>36</sup> Juman Hariyanto Triwibowo, "Identifikasi Hama Dan Penyakit Shorea Leprosula Miq Di Taman Nasional Kutai Resort Sangkima Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur," *AGRIFOR* 13, no. 2 (12 November 2014): h. 176, <https://doi.org/10.31293/af.v13i2.860>.

<sup>37</sup> Martini Wali dan Sahria Soamole, "Studi tingkat kerusakan akibat hama daun pada tanaman meranti merah (Shorea leprosula) di areal persemaian PT. Gema Hutani Lestari Kec. Fene Leisela," *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan* 8, no. 2 (18 Oktober 2015): h. 35, <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.8.2.36-45>.

Hama adalah kelompok perusak tanaman pada akar, daun, bunga, buah dan bagian tanaman yang lainnya sehingga tanaman tidak dapat tumbuh dengan sempurna bahkan sampai pada kematian. Hama yang menyerang tumbuhan pada umumnya adalah hewan, baik dari kelompok mamalia seperti tikus merusak tanaman padi, kelompok serangga seperti walang sangit yang menyerang padi muda, kelompok burung seperti burung pipit yang memakan padi.<sup>38</sup>

## 2. Penyakit

Penyakit yang menyerang tumbuhan dapat disebabkan oleh agen biotik dan agen abiotik. Agen biotik yaitu organisme yang bersifat patogen, seperti dari golongan bakteri, jamur, virus, benalu, dan cacing nematoda. Sedangkan agen abiotik adalah suatu keadaan lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti cuaca, cahaya, kandungan tanah, air dan masih banyak lagi.<sup>39</sup>

## 3. Gulma

Kehadiran gulma sangat tidak diinginkan terutama bagi para petani karena gulma dapat mengganggu tanaman budidaya dalam lahan pertanian, karena sifatnya yang dapat menurunkan hasil produksi tanaman budidaya. Gulma memiliki daya persaingan yang sangat kuat dengan tanaman budidaya dari segi memperoleh cahaya, CO<sub>2</sub>, air, unsur

---

<sup>38</sup> Veny Utari, Wiwik Ekyastuti, dan A. Oramahi, "Kondisi Serangan Serangga Hama Pada Bibit Bakau (*Rhizophora Apiculata* Bl) Di Pup Pt. Bina Ovivipari Semesta Kalimantan Barat," *jurnal hutan lestari* 5, no. 4 (2017): h.1001-1002.

<sup>39</sup> Hariyanto Triwibowo, "Identifikasi Hama Dan Penyakit *Shorea Leprosula* Miq Di Taman Nasional Kutai Resort Sangkima Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur," h. 178.



hara, ruang tumbuh yang digunakan secara bersamaan. Gulma juga memiliki sifat allelopati bagi tanaman budidaya. Pengendalian gulma pada lahan pertanian perlu diperhatikan jenis tanah, keadaan cuaca, jenis tanaman budidaya, jenis gulma yang akan di kendalikan, jenis naungan, sehingga tidak salah dalam memilih metode yang akan digunakan dalam pengendalian gulam.<sup>40</sup>

#### D. Penggolongan gulma

Sesuai dengan sistem klasifikasi yang mengelompokkan tumbuhan sesuai dengan karakteristiknya, seperti klasifikasi berdasarkan reproduksi, bentuk kehidupan, habitat, siklus hidup, morfologi tumbuhan, dan asal tumbuhan tersebut. Sesuai dengan sistem klasifikasi Gulma dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan habitatnya, gulma dikelompokkan menjadi:
  - a. Gulma air (Aquatic weeds), adalah gulma yang memiliki sifat sebagian atau seluruh siklus hidupnya di air. Habitat air dapat berupa sawah, kolam, sungai, bendungan ataupun lautan. Contoh gulma air adalah *Limnocharis flava*, *Eichornia crasipes*, *Sagittaria pigmaea*, *Salvinia molesta*, dan *Acrosticum aureum*.
  - b. Gulma darat (terrestrial weeds), merupakan suatu golongan gulma yang seluruh siklus hidupnya berada di daratan, seperti *Imperata*

---

<sup>40</sup> W Palijama, Johan Riry, dan A.Y Wattimena, "Komunitas Gulma Pada Pertanaman Pala (*Myristica fragrans* H) Belum Menghasilkan Dan Menghasilkan Di Desa Hutumuri Kota Ambon," *Agrologia* 1, no. 2 (28 Februari 2018): h. 135, <https://doi.org/10.30598/a.v1i2.289>.

*cylindrica*, *Mimosa invisa*, *Cyperus rotundus*, dan sebagainya. Gulma darat ini memiliki anggota yang sangat banyak jumlahnya.

- c. Gulma menumpang pada tumbuhan lain (Aerial weeds), gulma golongan ini merupakan gulma yang bersifat epifit atau parasit dengan cara tumbuh menumpang pada tumbuhan lain. Contohnya *Cuscuta sp.*, *Desmodium sp.*, benalu dan sebagainya.<sup>41</sup>

2. Berdasarkan morfologinya, gulma dikelompokkan menjadi:

a. Golongan rumput (*Grasses*)

Gulma golongan ini sering disebut dengan istilah gulma berdaun sempit, yang tergolong dalam famili *Poaceae* atau *Gramineae*. Golongan ini ditandai dengan ciri utama yaitu tulang daun sejajar dengan tulang daun utama, berbentuk pita, dan terletak berselang pada ruas batang, tepi daunnya rata. Batangnya berbentuk silindris, beruas, dan berongga. Akar pada gulma golongan ini berbentuk serabut. Contohnya *Eleusine indica*, *Paspalum conjugatum*, *Themeda arguens*, *Axonopus compressus*, Dan *Imperata cylindrica*.

b. Golongan teki (*Sedges*)

Gulma golongan ini termasuk kedalam famili *Cyperaceae* merupakan gulma golongan tekian. Ciri utama dari golongan ini yaitu letak daun yang berjejal pada pangkal batang. Bentuk batang

---

<sup>41</sup> Dad R.J. Sembodo, *Gulma dan Pengolahannya*, pertama (Yogyakarta: Graha ilmu, 2010), h. 23.

umunya berbentuk segitiga, kadang bulat, dan tidak berongga, tangkai bunga tidak beruas dan berbentuk silindris, segi empat, atau segitiga. Bunga sering dalam bulir atau anak bulir, biasanya dilindungi oleh satu daun pelindung. Gulma golongan ini memiliki buah yang tidak membuka. Contohnya *Cyperus kyllingia*, *Cyperus difformis*, *Scleria sumatrensis*, dan *Fimbristyllis littoralis*.

c. Golongan daun lebar (*Broad-leaved weed*)

Gulma golongan ini paling banyak dijumpai di lapangan. Ciri-ciri umum dari gulma golongan ini yaitu bentuk daunnya yang lonjong, bulat, menjari, atau berbentuk hati. Akar yang dimiliki umumnya tunjang beberapa jenis lainnya memiliki perakaran serabut. Batangnya bercabang, berkayu atau sekulen. Bunganya tergolong bunga majemuk atau komposit dan ada juga yang tunggal. Contohnya *Synedrella nodiflora*, *Ageratum conyzoides*, *Spigelia anthelmia*, *Mimosa pudica*, *Amaranthus spinosus*, dan *Erechtites valerianifolius*.<sup>42</sup>

3. Berdasarkan siklus hidupnya, gulma dapat digolongkan menjadi:

- a. Gulma semusim (*Annual weeds*), merupakan gulma yang melengkapi satu siklus hidupnya dalam satu musim atau dalam waktu kurang dari 12 bulan. Pertumbuhannya cepat dan menghasilkan biji dalam jumlah

---

<sup>42</sup> Yernelis Sukman dan Yakup, *Gulma dan teknik pengendaliannya* (Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada, 2002), h. 7-9.

banyak merupakan ciri utama gulma dalam kelompok ini. Contohnya *Amaranthus spinosios*, *Agerantum conyzoides* dan masih banyak lagi.

- b. Gulma dua musiman ( Biennual weeds), merupakan gulma yang membutuhkan waktu 1-2 tahun untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Dimana pada tahun pertama disebut pertumbuhan vegetatif yakni proses perkecambahandan pembentukan roset. Padatahun ke dua disebut pertumbuhan generatif dimana prosesnya terjadi sesudah musim dingin, roset mengalami vernalisasi, berbunga, berbiji dan akan mati pada tahun ke dua. Contoh gulma ini adalah *Tarraxacum sp.*, *Plantago sp.*, *Cyperus dif-formis*.
- c. Gulma musiman (Perrennial weeds), merupakan gulma yang memiliki organ perkembangbiakan ganda yaitu secara vegetatif dengan cara rizoma atau rimpang, stolon, umbi, dan daun. Secara generatif dengan biji. Gulma ini dapat bertahan hidup lebih dari dua tahun atau dapat tidak terbatas. Hal ini terjadi karena sifat dari gulma ini akan seolah-olah mati karena berada di tanah yang mengering, akan tetapi begitu mendapatkan air yang cukup untuk pertumbuhannya gulma jenis ini akan bersemi kembali. Contohnya *Imperata cylindrica* dan *leersia hexandra*.<sup>43</sup>

#### E. Metode pengendalian gulma

Pengendalian gulma merupakan suatu proses membatasi infestasi gulma sedemikian rupa sehingga tanaman yang dibudidayakan dapat hidup

---

<sup>43</sup> Dad R.J. Sembodo, *Gulma dan Pengolahannya*, 14–22.

secara produktif dan efisien. Dalam proses pengendalian gulma ini tidak secara langsung untuk membunuh seluruh gulma yang ada, melainkan hanya menekan pertumbuhan atau mengurangi populasinya yang menyebabkan penurunan tingkat produksi tanaman budidaya.<sup>44</sup> Dalam pengendalian gulma tentunya terdapat beberapa metode yang diterapkan yaitu:

#### 1. Pengendalian gulma secara preventif

Preventif (pencegahan) yaitu suatu metode pengendalian gulma dengan cara pencegahan dengan cara pengendalian gulma sejak sebelum tanam. Dengan melakukan penyiangan sumber invasi dan sanitasi lahan, dan melakukan karantina pada tanaman. Sistem pengelolaan gulma dapat disesuaikan dengan sistem budidaya tanaman yang diterapkan dalam suatu bidang pertanian sehingga dapat menjamin peningkatan produksi dengan cara bersamaan pula dapat melestarikan dan meningkatkan daya dukung produksi yang bersifat berkelanjutan.<sup>45</sup>

#### 2. Pengendalian gulma secara mekanis

Pengendalian mekanis merupakan usaha menekan pertumbuhan gulma dengan cara merusak bagian-bagiannya sehingga menyebabkan kematian atau terhambatnya pertumbuhan pada gulma. Teknik ini hanya mengandalkan fisik atau mekanik. Secara tradisionalnya hanya

---

<sup>44</sup> Aprianto Dinata, "Pengaruh Waktu Dan Metode Pengendalian Gulma Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*)," *Jurnal Produksi Tanaman* 5, no. 2 (Februari 2017): h. 192.

<sup>45</sup> Sukman dan Yakup, *Gulma dan teknik pengendaliannya*, h. 35-64.



menggunakan tangan, alat sederhana, sampai menggunakan alat berat yang lebih moderen seperti traktor.

### 3. Pengendalian gulma secara kultur teknis

Metode pengendalian ini sering juga disebut pengendalian secara ekologi karena dalam pengendaliannya menggunakan prinsip-prinsip ekologi untuk mengolah lingkungan sedemikian rupa sehingga dapat mendukung dan menguntungkan pada tanaman budidaya dan merugikan bagi gulma. Cara pengendalian ini dapat dilakukan dengan usaha mengubah nutrisi tanah, mengubah kedudukan air pada waktu tertentu, pemberaan setelah tanaman dipanen, pemberaan pada genangan, dan membuat drainase bagi tanah yang berair, dan melakukan penanaman rapat agar tajuk dari tanaman segera menutup rusang kosong. Diterapkannya tindakan ini dapat mengurangi atau menekan pertumbuhan gulma sampai pada tingkat terendah sehingga tidak menjadi tumbuhan pesaing bagi tanaman budidaya dan produktivitas tanaman budidaya tetap mencapai tingkat maksimal.<sup>46</sup>

### 4. Pengendalian gulma secara hayati

Pengendalian hayati dapat diartikan sebagai pemanfaatan suatu organisme yang berbeda dari spesies sasaran seperti penggunaan gulma untuk mengendalikan dan menghambat reproduksi dari gulma jenis lain. Kelemahan dari metode ini yaitu akan adanya kemungkinan resiko

---

<sup>46</sup> J.D. Fryer dan Shooichi Matsunaka, *Penanggulangan Gulma Secara Terpadu*, Pertama (Jakarta: Bina Aksara, 1988), h. 246.

bahan yang digunakan membawa bahan yang disukai oleh serangga yang dapat menjadi hama pada tanaman budidaya. Dalam metode ini dapat dilakukan tiga cara yaitu; Klasikal, Augmentatif, dan Inandatif.

#### 5. Pengendalian gulma secara kimia

Pengendalian gulma secara kimia adalah dengan menggunakan produk berbahan kima salah satunya yaitu herbisida. Herbisida adalah suatu bahan yang terbuat dari senyawa kimia yang dapat di gunakan sebagai penghambatan pertumbuhan tanaman hingga pada titik kematian. Selain biaya nya yang terjangkau dan dapat menghemat waktu dn tenaga dalam pengaplikasinnya maka banyak diminati oleh para petani.<sup>47</sup>

#### F. Herbisida

Herbisida merupakan suatu senyawa kimia baik organik maupun anorganik yang bersifat racun terhadap gulma, bahkan dapat mematikan tanaman budidaya pada waktu tertentu.<sup>48</sup> Cara kerja herbisida mempengaruhi satu atau lebih proses yang terjadi dalam tubuh tanaman seperti proses pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan krolofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktivitas enzin dan masih banyak lagi proses yang penting dalam tubuh tanaman.<sup>49</sup>

<sup>47</sup> Jody Moenandir, *Ilmu gulma dalam sistem pertanian* (Jakarta: RajaGrafindo Persada, 1993), h. 126-127.

<sup>48</sup> Dad R.J. Sembodo, *Gulma dan Pengolahannya*, h.107.

<sup>49</sup> Setiadi Kurniawan dkk., “Efektifitas Air Kelapa Fermentasi Sebagai Larutan Penghemat Herbisida Komersil,” *Jurnal Teknologi Agro-Industri* 1, no. 1 (22 Maret 2015): h. 1, <https://doi.org/10.34128/jtai.v1i1.26>.

Bentuk luar tumbuhan bila menerima respon herbisida yang diaplikasikan akan menunjukkan reaksi yang menerima atau menolak. Bila pengaplikasian herbisida tersebut diterima maka herbisida akan diabsorpsi oleh daun, tunas, buku batang, akar, dan bagian organ lainnya. Namun respon tumbuhan terhadap herbisida berbeda-beda semua itu tergantung pada spesies tumbuhan, stadium perkembangan dan jaringan organ yang bersangkutan, jenis herbisida yang digunakan, dan kondisi lingkungan yang memungkinkan, jika tumbuhan merespon herbisida, maka akan menghasilkan respon yang khas diantaranya klorosis, kehilangan warna atau terjadi nekrosis daun karena amitrol. Ada beberapa reaksi tumbuhan pada saat menerima pengaplikasian herbisida, ialah:

1. Sangat peka, dimana tumbuhan langsung mati setelah pengaplikasian herbisida.
2. Peka, dimana tumbuhan mengalami gangguan metabolisme pada jangka waktu panjang setelah pengaplikasian herbisida.
3. Toleran, dimana tumbuhan yang menunjukkan reaksi sangat kecil setelah pengaplikasia herbisida, bahkan tidak menunjukkan reaksi sama sekali.<sup>50</sup>

Round-Up 360SL merupakan herbisida sistematik purna tumbuh berbentuk larutan yang larut dalam air, berwarna kuning keemasan, yang didesain untuk mengendalikan gulma berdaun lebar dan gulma berdaun sempit pada perkebunan kelapa sawit (TBM/TM) dan alang-alang pada lahan

---

<sup>50</sup> Jody Moenandir, *Fisiologi herbisida (ilmu gulma buku II)* (Jakarta: Rajawali Press, 1988), h. 89-93.

kosong atau tanpa tanaman. Round-Up terbuat dari bahan aktif isopropilamina glifosat 360g/l (setara dengan glifosat 267 g/l) dan metil metsulfuron 5 g/l.

Petunjuk penggunaan herbisida Round-Up 360 SL

Tanaman	Gulma Sasaran	Dosis Formulasi (Volume Air)	Cara dan Waktu Aplikasi
Kelapa Sawit (TBM)	Gulma berdaun lebar: <i>Ageratum conyzoides</i> <i>Clidemia hirta</i> Gulma berdaun sempit: <i>Ischaemum timorense</i> <i>Ottlochloa nodosa</i>	1-1,5 l/ha	Penyemprotan volume tinggi dengan volume 400-600 l/ha. Aplikasi dimulai pada saat gulma tumbuh subur dan tidak terkena hujan 4-6 jam setelah penyemprotan.
Kelapa Sawit (TM)	Gulma berdaun lebar: <i>Ageratum conyzoides</i> <i>Melastoma affine</i> Gulma berdaun sempit: <i>Ischaemum timorense</i>	1,5-2 l/ha	
Lahan tanpa tanaman	Alang-alang <i>Imperata cylindrica</i>	4-6 l/ha	“Tidak untuk tanaman padi”

### G. Bioherbisida

Bioherbisida merupakan cara pengendalian gulma secara biologis dengan cara menggunakan organisme hidup. Bioherbisida yang pertama kali digunakan yaitu DeVine merupakan bioherbisida yang berasal dari *Phytophthora palmivora* yang digunakan sebagai pengendali gulma *Morrenia adrorata*, pada tanaman jeruk. Bioherbisida menggunakan mikroorganisme

yang bersifat spesifik patogen pada tanaman inang, dan yang paling penting adalah tidak berdampak buruk bagi manusia dan hewan.<sup>51</sup> Senyawa alelokimia yang ada pada organisme hidup dapat menghambat atau menekan perkecambahan pada biji gulma. Mekanisme kerja bioherbisida yang diaplikasikan pada tumbuhan sangat sederhana yaitu masuk melalui stomata yang terletak pada lapisan epidermis daun, kemudian menyebar keseluruh bagian organ tumbuhan melalui jaringan pembuluh xylem dan floem.<sup>52</sup>

## H. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu rangkaian proses yang amat sangat panjang dengan hasil akhir berupa produk alkohol dan asam organik, yang terjadi secara khas pada tumbuhan. Senyawa organik dalam tumbuhan yang paling utama diuraikan pada saat fermentasi ialah karbohidrat.<sup>53</sup> Proses fermentasi tidak hanya terjadi pada senyawa gula saja, melainkan dapat terjadi pada asam amino, asam organik, pirimidin dan purin, jika proses fermentasi terjadi secara tidak beraturan, maka gula akan langsung diubah menjadi asam organik. Dalam proses fermentasi terjadi dua pembentukan senyawa kimia yaitu alkohol oleh khamir dan asam asetat oleh bakteri asam

---

<sup>51</sup> Yusuf Andi Senjaya dan Wahyu Surakusumah, "Potensi Ekstrak Daun Pinus (*Pinus Merkusii* Jungh. Et De Vriese) Sebagai Bioherbisida Penghambat Perkecambahan *Echinochloa Colonom* L. Dan *Amaranthus Viridis*," *PERENNIAL* 4, no. 1 (1 Januari 2008): h. 3-4, <https://doi.org/10.24259/perennial.v4i1.175>.

<sup>52</sup> Siti Fatonah, "Penentuan Waktu Pembukaan Stomata Pada Gulma *Melastoma labactericum* L. di Perkebunan Gambir Kempar.," *Biosepesies* 6, no. 2 (Juli 2013): h.19-20.

<sup>53</sup> Hidayat Pujiswanto, "Pengaruh Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao terhadap Tingkat Keracunan dan Pertumbuhan Beberapa Gulma Berdaun Lebar," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 1 (Desember 2011): h. 13.



asetat.<sup>54</sup> Dalam proses fermentasi tidak lepas dari bantuan mikroorganisme aktifator seperti:

### 1. *Khamir*

*Khamir* atau yeast, atau lebih dikenal dengan nama ragi di masyarakat umum, merupakan mikroorganisme ber sel tunggal, yang berbentuk lempeng, bulat telur dan bulat memanjang. *Khamir* merupakan jasad renik yang dapat dengan cepat mengubah pati dan gula menjadi karbondioksida dan alkohol. Ragi sering sekali digunakan oleh manusia dan membuat olahan bioteknologi moderen atau bioteknologi moderen. Ragi selain mudah didapatkan dan tahan lama, memiliki nilai ekonomis yang terjangkau, dan dapat digunakan dalam fermentasi alkohol.<sup>55</sup>

### 2. *Bakteri (Acetobacter aceti)*

Fermentasi yang menggunakan aktifator bakteri merupakan fermentasi dalam pembentukan asam asetat yang di lakukan oleh bakteri asam asetat itu sendiri. Jenis bakteri yang digunakan biasanya *Acetobacter acetimotil* atau nonmotil dengan cara mengoksidasi etanol menjadi asam asetat, jika di oksidasi lebih lanjut akan menghasilkan CO<sub>2</sub>. *Acetobacter acetiberbentuk* bulat panjang, lurus atau agak melengkung dengan susunan sel tunggal, sepasang, atau rantai, yang bersifat

<sup>54</sup> Towaha, "Diversifikasi Produk Berbasis Pulpa Kakao," h. 60.

<sup>55</sup> Arinda Kusuma Dewi, Cahya Setya Utama, dan Sri Mukodiningsih, "Kandungan Total Fungi Serta Jenis Kapang dan Khamir pada Limbah Pabrik Pakan yang Difermentasi dengan Berbagai Aras Starter 'Starfung,'" *Jurnal Agripet* 14, no. 2 (1 Oktober 2014): h. 104, <https://doi.org/10.17969/agripet.v14i2.1874>.

kemoorganotrof, sehingga dapat hidup di daerah sederhana maupun kompleks.<sup>56</sup>

## **I. Analisis Materi Pembelajaran**

Pembelajaran biologi merupakan pembelajaran yang berorientasi pada suatu masalah, dimana dalam proses pemecahannya dengan mengembangkan pengetahuan anak secara nyata atau reality melalui praktek. Pembelajaran biologi dapat membentuk sikap kritis dan membentuk polapikir yang ilmiah pada peserta didik yang didapat dari proses eksperimen dan penelitian. Topik pembelajaran ini di sampaikan pada materi SMA kelas X di semester genap, dengan topik bahasan perubahan lingkungan dan daur ulang limbah.

Yang termasuk kedalam topik bahasan daur ulang limbah yaitu jenis-jenis limbah dan proses mendaur ulangnya. Selain mempelajari materi yang didapatkan dari guru, buku, dan literasi lainnya, perlu di lakukannya kegiatan praktikum supaya siswa dapat pengalaman yang nyata tidak hanya berandai-andai saat proses pembelajaran berlangsung, melalui praktikum ini juga peserdidik dapat menyelesaikan masalah yang dipertanyakan pada saat proses pembelajara. Berkaitan hal tersebut, maka penelitian mengenai pembuatan Bioherbisida dari limbah kakao dapat digunakan sebagai bahan petunjuk praktikum pada topik pembelajaran daur ulang limbah.

Kompetensi dasar yang diharapkan ialah siswa dapat memecahkan masalah perubahan lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang

---

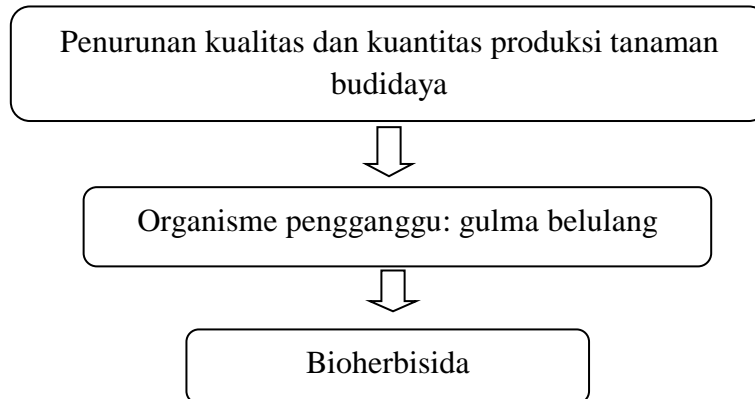
<sup>56</sup> Kirana Sanggrami Sasmitaloka, "Produksi Asam Sitrat Oleh *Aspergillus Niger* Pada Kultivasi Media Cair," *JURNAL INTEGRASI PROSES* 6, no. 3 (4 Juni 2017): h. 117, <https://doi.org/10.36055/jip.v6i3.1747>.

limbah dan upaya pelestarian lingkungan, melalui praktikum atau bereksperimen. Kegiatan eksperimen dapat melatih peserta didik dalam memecahkan masalah, dan dapat memberikan pengalaman yang berharga dalam praktik keterampilan dalam menggunakan alat-alat praktikum.

#### **J. Kerangka berfikir**

Gulma pada lahan pertanian dapat menimbulkan kerugian baik dari segi kuantitas atau kualitas produksi suatu lahan, kerugian yang ditimbulkan diantaranya yaitu menurunnya hasil pertanian akibat persaingan gulma dan tanaman dalam memperoleh cahaya, CO<sub>2</sub>, air, unsur hara, ruang tumbuh yang digunakan secara bersamaan dan menyebabkan tumbuhan budidaya keracunan yang disebabkan oleh zat kimia atau alelopati yang dikeluarkan oleh gulma tersebut. Dalam menanggulangi masalah tersebut peneliti mengupayakan pemanfaatan pulp kakao sebagai bioherbisida untuk menekan pertumbuhan gulma belulang.

Masyarakat cenderung menganggap cairan pulpa hanya sebagai limbah yang tidak berguna dan membiarkan cairan pulpa kakao tersebut terbuang sia-sia diatas tanah sehingga menimbulkan warna hitam pada tanah dan tidak ada satupun organism atau tumbuhan yang hidup di atas tanah tersebut. Pulp kakao memiliki senyawa kimia seperti alkohol, asam organik dan aldehida, dan polifenol yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioherbisida. Oleh sebab itu, perlu adanya penelitian untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi limbah cair pulp kakao sebagai herbisida pada gulma belulang. Berikut kerangka berfikir peneliti:



### K. Hipotesis

Hipotesis merupakan asumsi sementara yang dibuat dengan tujuan untuk diperjelas kebenarannya. Maka peneliti ingin menarik sebuah hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Fermentasi cairan pulp kakao tidak dapat menghambat pertumbuhan gulma belulang.

$H_1$  : Fermentasi cairan pulp kakao dapat menghambat pertumbuhan gulma belulang.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di perkebunan kakao di Desa Way Tebu, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2019.

##### **B. Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah; handsprayer, pot berukuran 250 gram, ember, cangkul, cutter, gelas ukur, timbangan digital, oven, alat tulis, dan penggaris. Sedangkan bahan yang digunakan yang digunakan dalam penelitian ini ialah; tanaman yang akan di uji yaitugulma belulang dan pulp kakao yang akan di gunakan sebagai senyawa aktif bioherbisida. Selain itu juga menggunakan aquades sebagai kontrolnegatif, Round up sebagai control positif, dan tanah, pupuk kandang, sekam sebagai media tanam gulma.

##### **C. Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah rumput belulang yang terdapat di perkebunan petani. Sampel pada penelitian ini yaitu gulma belulang dengan sebanyak 18 tanaman, pengambilan sampel dilakukan dengan cara memilih ukuran berat dan besar yang sama. Gulma belulang di tanam kembali pada pot berukuran 250 gram sebanyak 18 pot, setiap pot berisi 1 gulma belulang.

#### D. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam rancangan penelitian ini menggunakan 6 perlakuan yaitu kontrol positif Round Up plus 360 SL (Bahan Aktif isopropil aminia glifosat 360 g/l + metil metsulfuron 5 g/l), kontrol negatif Aquades, pulp kakao dengan perbedaan lama fermentasi 3 hari, 6 hari, 9 hari, dan 12 hari.<sup>1</sup> Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, jadi terdapat 18 perlakuan.

**Tabel 3.1**  
**Notasi Perlakuan Dan Ulangan Setelah Pengacakan**

K <sub>0</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>3</sub>	K <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	K <sub>0</sub> U <sub>1</sub>	K <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>3</sub>
P <sub>3</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> U <sub>2</sub>	K <sub>1</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>4</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> U <sub>3</sub>
P <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> U <sub>1</sub>	K <sub>0</sub> U <sub>2</sub>

Keterangan:

- K<sub>0</sub> = Kontrol Negatif (Aquades)
- K<sub>1</sub> = Kontrol Positif (Round Up)
- P<sub>1</sub> = Fermentasi Cairan pulp kakao 3 hari
- P<sub>2</sub> = Fermentasi Cairan Pulp kakao 6hari
- P<sub>3</sub> = Fermentasi Cairan Pulp kakao 9 hari
- P<sub>4</sub> = Fermentasi Cairan Pulp kakao 12hari
- U<sub>1</sub>-U<sub>3</sub> = Ulangan

---

<sup>1</sup> Aris Faisal Pratama, Herry Susanto, dan Dad R J Sembodo, "Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao," *Jurnal Agrotropika* 1, no. 1 (2013): h. 81.



## **E. Cara Kerja**

### **1. Pembuatan bioherbisida pulp kakao**

Proses pembuatan herbisida ini diawali dengan memetik buah kakao, selanjutnya dilakukan pengupasan, lalu biji kakao dikeluarkan dari tempurung dan dimasukkan kedalam ember plastik, sedangkan empelur yang melekat pada biji dibuang. Setelah semua biji kakao dimasukkan dalam ember kemudian dimasukkan ke dalam karung yang bersih, yang dialasi dengan ember plastik di bawahnya dan ditindih dengan batu, kemudian didiamkan selama 12 jam agar pulpa terlepas dari biji kakao.

Pembuatan herbisida cair dilakukan dengan cara mencampurkan pulp dan air, dengan rasio perbandingan 1:10. Campuran tersebut disaring, kemudian dimasukkan ke dalam jerigen ditutup rapat dan disimpan untuk di fermentasi dengan masa fermentasi yang relatif berbeda yaitu; 3 hari, 6 hari, 9 hari, dan 12 hari, setelah proses fermentasi selesai, maka sudah dapat digunakan sebagai herbisida cair.

### **2. Penanaman gulma**

Penanaman gulma ini dilakukan di pot ukuran 250 gram, setiap pot berisi 1 rumput belulang. Dengan menyiapkan media tanam berupa tanah, sekam, dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1. Langkah yang dilakukan yaitu memasukkan tanah kedalam pot, selanjutnya menambahkan pupuk kandang, setelah itu memasukkan sekam. Kemudian langkah yang terakhir membuat lubang untuk menanam gulma tahap terakhir yaitu menyiram gulma yang sudah di pindah ke pot.

### 3. Pemeliharaan gulma

Pemeliharaan gulma dilakukan dengan cara penyiraman, penyulaman, dan perawatan. Penyiraman dilakukan setiap sore hari, penyulaman dilakukan ketika gulma mati saat dilakukan pemindahan dari lapangan ke-pot. Semua gulma yang ditanam di pot diletakkan pada tempat khusus yang dilindungi oleh plastik untuk mencegah guyuran hujan.

### 4. Pengaplikasian herbisida pulp kakao

Penyemprotan bioherbisida pada gulma belulang dilakukan pada hari kedua setelah pemindahan gulma ke dalam pot. Cairan pulp kakao disemprotkan pada rumput belulang setiap 2 hari sekali selama 16 hari. Dosis penyemprotan pada masing-masing pot ialah 5 ml per pot.<sup>2</sup> Pada pengaplikasian penyemprotan menggunakan sprayer berukuran 10 ml, dengan setiap perlakuan menggunakan sprayer yang berbeda. Jadi total sprayer yang digunakan adalah 6 buah.

### 5. Parameter pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, tingkat keracunan tanaman, berat basah, dan berat kering pada gulma belulang. Pengukuran dilakukan dengan skala populasi setiap pot.

---

<sup>2</sup> Yusuf Andi Senjaya dan Wahyu Surakusumah, "Potensi Ekstrak Daun Pinus (*Pinus Merkusii* Jungh. Et De Vriese) Sebagai Bioherbisida Penghambat Perkecambahan *Echinochloa Colonom* L. Dan *Amaranthus Viridis*," *PERENNIAL* 4, no. 1 (1 Januari 2008): h. 47, <https://doi.org/10.24259/perennial.v4i1.175>.

### 1. Tinggi tanaman

Tinggi gulma belulang diukur menggunakan penggaris dari pangkal tanaman hingga ujung daun tertinggi.

### 2. Tingkat keracunan tanaman

Pengamatan persentase keracunan pada gulma belulang dilakukan secara visual terhadap rumput dengan nilai sekoring visual, yaitu:

- 0 = Tidak ada keracunan ( dengan tingkat keracunan 0-5%, bentuk atau warna daun tidak normal)
- 1 = Keracunan ringan (dengan tingkat keracunan 6-10%, bentuk atau warna daun tidak normal)
- 2 = Keracunan sedang (dengan tingkat keracunan 11-20%, bentuk atau warna daun tidak normal)
- 3 = Keracunan berat (dengan tingkat keracunan 21-50%, bentuk atau warna daun tidak normal)
- 4 = Keracunan sangat berat (dengan tingkat keracunan >50%, bentuk atau warna daun tidak normal, sehingga daun kering dan rontok sampai mati)<sup>3</sup>

### 3. Bobot basah gulma

Gulma belulang yang telah diberi perlakuan pada setiap pengulangan dipanen dengan cara mencabut dari akar pada hari ke-17 setelah aplikasi, selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui bobot basah gulma.

---

<sup>3</sup> Rahmawasih, "Efektivitas Limbah Pulp Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Herbisida Gulma Rumput Teki (*Cyperus Kyllingia*)," *Universitas Cokroaminoto Palopo* 1, no. 1 (2018): h. 4.

#### 4. Bobot kering gulma

Bobot kering gulma diperoleh dengan cara memasukkan masing-masing gulma yang telah ditimbang untuk mengetahui bobot basah ke dalam amplop tertutup kemudian di oven pada suhu 84<sup>0</sup>C selama 24 jam, lalu menimbang bobot gulma dengan menggunakan timbangan digital.<sup>4</sup>

### 6. Pengambilan data

Pengambilan data pertamakali dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung pengaruh fermentasi cairan pulp kakao terhadap rumput belulang. Data yang diambil adalah tinggi tanaman, tingkat keracunan gulma belulang pada masing-masing perlakuan selama 4 HSA, 8 HSA, 12 HSA, dan 16 HSA. Data untuk bobot basah dan bobot kering gulma diperoleh dengan cara memanen gulma pada 17 HSA.<sup>5</sup>

### F. Uji fitokimia pulp kakao

Uji fitokimia yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya senyawa asam sitrat, asam malat, asam asetat, dan polifenol dalam pulp kakao.

#### 1. Uji asam sitrat

Masukkan 5 ml sampel ke dalam tabung reaksi tambahkan 10 ml aquades dan 3 tetes indikator PP, lalu di titrasi dengan NaOH sampai

<sup>4</sup> Denada Visitia Riskitavani dan Kristanti Indah Purwani, "Studi Potensi Bioherbisida Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Gulma Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)," *SAINS DAN SENI POMITS* 2, no. 2 (2013): h. 60, <https://doi.org/2301-928X>.

<sup>5</sup> Hidayat Pujisiswanto, "Pengaruh Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao terhadap Tingkat Keracunan dan Pertumbuhan Beberapa Gulma Berdaun Lebar," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 1 (Desember 2011): h. 14-15.

berubah warna menjadi merah muda warna ini mengindikasikan adanya kandungan asam sitrat.

## 2. Uji asam malat

Masukkan 10 ml sampel ke dalam tabung reaksi tambahkan indikator PP sebanyak 5 tetes lalu titrasi menggunakan NaOH hentikan titrasi jika sudah terdapat perubahan warna menjadi warna merah muda maka positif mengandung asam malat.<sup>6</sup>

## 3. Uji asam asetat

Masukkan 2 ml sampel ke dalam tabung reaksi lalu tambahkan larutan HCL sebanyak 10 tetes. Jika mengeluarkan bau yang menyengat dan terjadi perubahan warna menjadi merah pekat positif mengandung asam asetat.<sup>7</sup>

## 4. Uji polifenol

Masukkan 5 ml sampel dan tambahkan akuades panas sebanyak 20 ml diamkan dalam suhu kamar sampai dingin, lalu tambahkan larutan NaCL sebanyak 4 tetes aduk dan tambahkan larutan FeCL<sub>3</sub>. Jika tidak terjadi endapan dan warna berubah menjadi merah, biru hingga hitam positif mengandung polifenol.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Lungguk Sitorus, Julius Pontoh, dan Vanda Kamu, "Analisis beberapa asam organik dengan metode Hing Performance Liquid Chromatography (HPLC) Grace Smart Rp 15  $\mu$ ," *Jurnal MIPA* 4, no. 2 (6 Mei 2015): h.151.

<sup>7</sup> Hidayat Pujiswanto, S.M, M.P, "Mekanisme dan efektivitas asam asetat sebagai herbisida terhadap gulma pada jagung (*Zea mays* L.)," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 3 (2015): h. 14.

<sup>8</sup> Atanama, S.A, "Proses enzimatis pada fermentasi untuk perbaikan mutu kakao," *Jurnal Terapan* 4, no. 2 (17 November 2010): h. 134, <http://www.iptek/terapan/cacao.co.id.html>.

## G. Teknik Analisis Data

Data yang didapat dari hasil pengamatan, akan dianalisis dengan SPSS versi 17.0. Uji normalitas merupakan uji pengujian yang berguna dalam menunjukkan data percobaan tersebut bersifat normal atau tidak. Normalitas dipenuhi jika hasil uji signifikan dengan taraf ( $\alpha = 0,05$ ). Asas pengutipan lain untuk ketetapan pada uji normalitas yaitu apabila nilai signifikan lebih besar dari  $\alpha$ , maka data tersebut dikatakan normal, dan akan bersifat sebaliknya jika, nilai signifikan lebih kecil dari  $\alpha$ , maka data berdistribusi tidak normal. Setelah data diketahui berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji homogenitas.

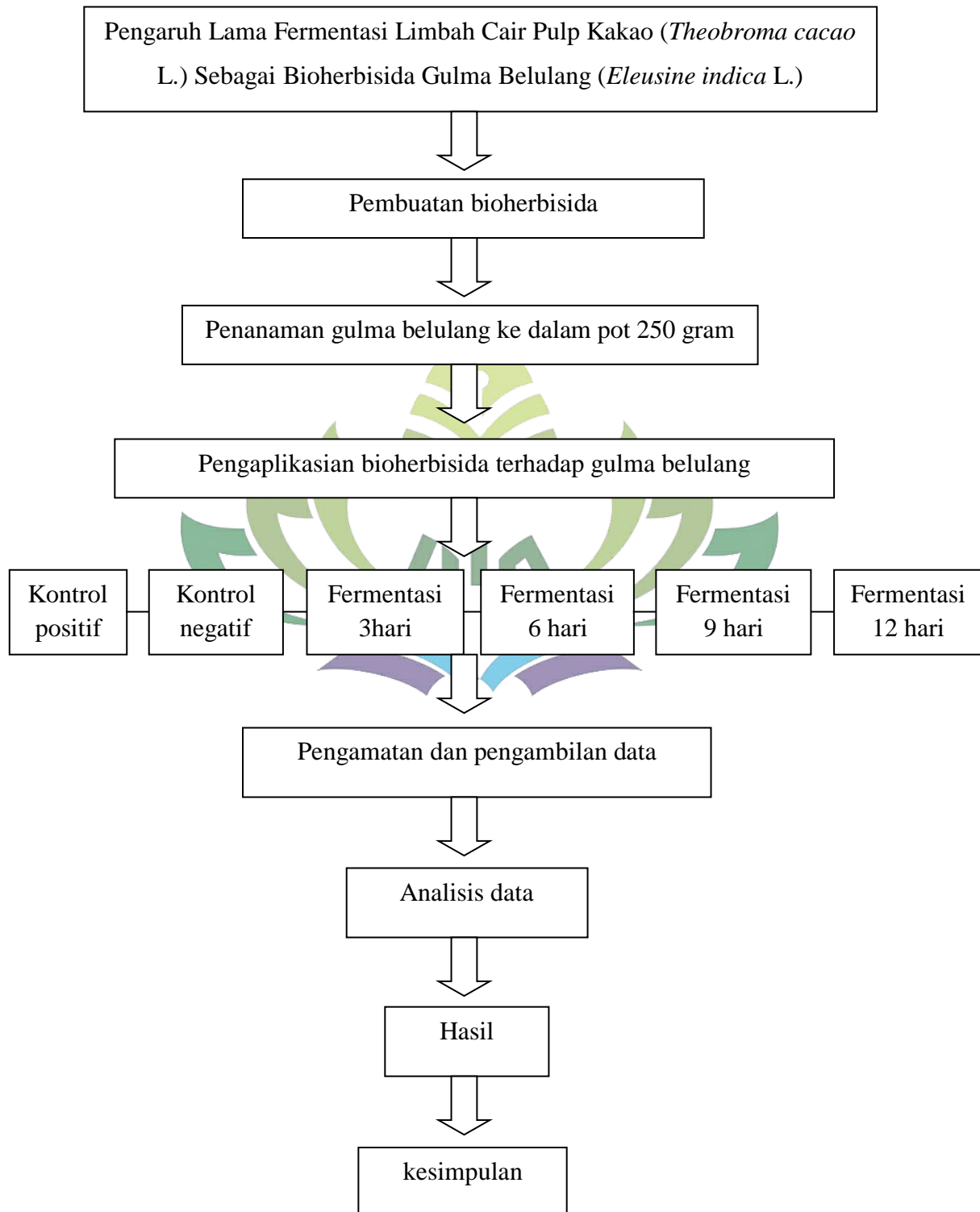
Uji homogenitas merupakan uji yang berguna untuk mengetahui varian dari beberapa populasi sama atau tidak. Uji homogenitas juga memiliki sebuah ketetapan yaitu bilamana halnya nilai signifikan lebih besar dari  $\alpha$ , maka bisa dikatakan bahwa sesungguhnya varian dari dua atau lebih kelompok populasi sama. Sesudah data diketahui berdistribusi normal dan bersifat homogen, kemudian dapat diteruskan dengan uji parametrik one way ANOVA, sedangkan apabila data tidak berdistribusi normal, maka dapat dilakukan uji non-parametrik dengan menggunakan Kruskal-Wallis.

Dalam uji one way ANOVA terdapat  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$ . Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka perlakuan pada penelitian jelas signifikan atau apabila uji one way ANOVA memperlihatkan angka  $pvalue < 0,05$ , maka dapat dilakukan uji lanjutan memakai uji LSD (Least Significant Difference) pada taraf 0,05 atau 5%.



## H. Alur Kerja Penelitian

Pola kerja penelitian ini adalah sebagai berikut:





## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Data hasil pengamatan dari pemberian bioherbisida fermentasi limbah cair pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap gulma belulang (*Eleusine indica* L.) memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan gulma hal ini dapat dilihat dari beberapa parameter yang diukur dibawah ini:

##### 1. Tinggi tanaman

**Tabel 4.1**  
**Data hasil pengamatan tinggi tanaman**

Perlakuan	Pengulangan (cm)			Jumlah	Rata-Rata (cm)
	1	2	3		
Aquades	21,5	20,3	22,8	64,6	21,5
Round-UP	15,7	10,4	16,5	42,2	14
Fermentasi 3 hari	15,3	10,7	14,6	40,6	13,5
Fermentasi 6 hari	15,8	14,3	11,8	41,8	13,9
Fermentasi 9 hari	14,2	15,8	12,2	42,2	14
Fermentasi 12 hari	10,9	16,2	9,9	36,8	12,2

Berdasarkan data hasil pengamatan, menunjukkan perbedaan tinggi yang beragam dari setiap lama fermentasi yang diberikan. Pada pengulangan pertama perlakuan kontrol negatif tinggi gulma mencapai 21,5, perlakuan kontrol positif tinggi gulma mencapai 15,7, fermentasi 3 hari tinggi gulma mencapai 15,3, fermentasi 6 hari tinggi gulma mencapai 15,8, fermentasi 9 hari tinggi gulma mencapai 14,2, dan fermentasi 12 hari tinggi gulma mencapai 10,9.

Pengulangan kedua kontrol negatif tinggi gulma mencapai 20,3, perlakuan kontrol positif tinggi gulma mencapai 10,4, fermentasi 3 hari tinggi

gulma mencapai 10,7, fermentasi 6 hari tinggi gulma mencapai 14,6, fermentasi 9 hari tinggi gulma mencapai 15,8, dan fermentasi 12 hari tinggi gulma mencapai 16,2. Pengulangan ketiga kontrol negatif tinggi gulma mencapai 22,8, perlakuan kontrol positif tinggi gulma mencapai 16,3, fermentasi 3 hari tinggi gulma mencapai 14,6, fermentasi 6 hari tinggi gulma mencapai 11,8, fermentasi 9 hari tinggi gulma mencapai 12,2, dan fermentasi 12 hari tinggi gulma mencapai 9,9. Berikut grafik yang menunjukkan pengaruh dari beberapa perlakuan yang telah diberikan.



**Gambar 4.1**  
**Grafik hubungan antara perlakuan dan tinggi gulma.**

Berdasarkan grafik di atas, semakin lama fermentasi yang diberikan pada gulma belulang maka daya hambat pada pertumbuhan gulma belulang akan semakin tinggi. Rata-rata tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan K0 dengan

ketinggian tanaman gulma mencapai 21,5cm, pada perlakuan K1 menunjukkan rata-rata tinggi gulma 14cm, pada perlakuan P1 menunjukkan rata-rata tinggi gulma 13,5cm, pada perlakuan P2 menunjukkan rata-rata tinggi gulma 13,5cm, pada P3 menunjukkan rata-rata tinggi gulma 13,9cm, dan pada perlakuan P4 menunjukkan rata-rata tinggi gulma 12,2cm.

Penurunan tinggi gulma belulang terjadi pada perlakuan P4 dengan tinggi 12,2. Hasil ini dapat membuktikan bahwa adanya pengaruh dari fermentasi limbah cair pulp kakao sebagai bioherbisida dalam menghambat pertumbuhan gulma belulang. Dari data yang diperoleh selanjutnya di uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak.

Berdasarkan uji normalitas, diperoleh nilai signifikan  $>0.05$  maka data dapat dikatakan berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Dimana pada uji homogenitas menunjukkan nilai signifikan  $>0,05$  maka dapat dikatakan data terpenuhi atau homogen dan selanjutnya dapat dilakukan uji One-Way ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan dari perlakuan yang diberikan.

**Tabel 4.2**  
**Uji One-Way ANOVA tinggi tanaman**

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat rerata	F hitung	Taraf signifikan
Antar grup	1.6381	5	3.276	5.306	.008
Dalam grup	10.000	12	1.500		
Total	11.6381	17			

Tabel analisis data menggunakan One-Way ANOVA di atas, menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang diberikan oleh limbah cair pulp kakao terhadap pertumbuhan gulma belulang. Hal ini dibuktikan oleh nilai taraf signifikan  $=0,08 < 0,05$ . Maka dapat dikatakan limbah cair pulp kakao berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan gulma belulang. Dari hasil analisis ini, perlu dilakukan uji lanjutan LSD untuk mengetahui perlakuan mana yang paling efektif.

**Tabel 4.3**  
**Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%**

Perlakuan	Mean/rata-rata $\pm$ SD (cm)
Aquades	21,33 <sup>a</sup> $\pm$ 0,50
Round-UP	11,33 <sup>b</sup> $\pm$ 0,27
Fermentasi 3 hari	15,33 <sup>b</sup> $\pm$ 0,78
Fermentasi 6 hari	13,66 <sup>b</sup> $\pm$ 0,20
Fermentasi 9 hari	14,66 <sup>b</sup> $\pm$ 0,30
Fermentasi 12 hari	12,33 <sup>b</sup> $\pm$ 0,85

Sumber : Data terolah

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbedanya pada uji lanjut BNT 5%

Tabel 4.3 hasil analisis data menggunakan uji LSD menunjukkan adanya pengaruh nyata dari fermentasi limbah cair pulp kakao, yang menghasilkan gulma lebih rendah jika dibandingkan dengan penyemprotan menggunakan aquades akan tetapi, penyemprotan menggunakan round-up menghasilkan gulma belulang yang lebih rendah lagi jika dibandingkan dengan penyemprotan menggunakan fermentasi limbah cair pulp kakao. Perlakuan K0 berbeda signifikan terhadap semua perlakuan K1, P1, P2, P3, dan P4. Sedangkan



pada perlakuan K1, P1, P2, P3, dan P4 tidak ada perbedaan signifikan diantaranya.

## 2. Tingkat keracunan tanaman

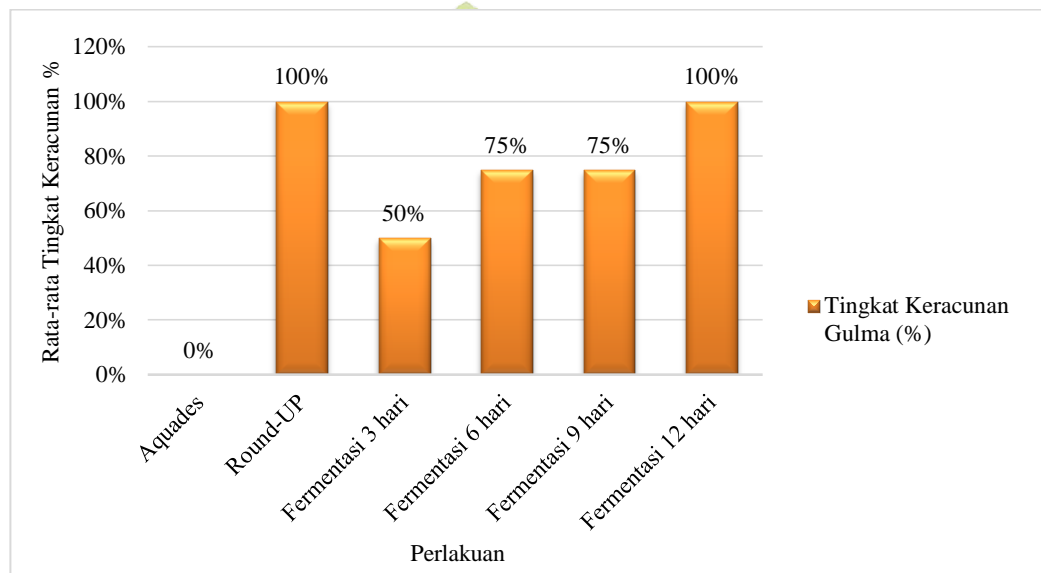
**Tabel 4.4**  
**Data hasil pengamatan tingkat keracunan tanaman**

Perlakuan	Pengulangan			Jumlah	Rata-Rata	Rata-Rata (%)
	1	2	3			
Aquades	0	0	0	0	0	0 %
Round-UP	4	4	4	12	4	100 %
Fermentasi 3 hari	3	1	2	6	2	50 %
Fermentasi 6 hari	2	3	4	9	3	75 %
Fermentasi 9 hari	3	4	2	9	3	75 %
Fermentasi 12 hari	4	4	4	12	4	100 %

Data diatas diperoleh dengan cara pengamatan secara visual dengan menggunakan nilai sekoring visual. Pada pengulangan pertama perlakuan kontrol negatif memperlihatkan keracunan gulma ditingkat 0, perlakuan kontrol positif memperlihatkan keracunan gulma ditingkat 4, pada perlakuan fermentasi 3 hari memperlihatkan keracunan gulma ditingkat 3, perlakuan fermentasi 6 hari menunjukkan keracunan gulma ditingkat 2, perlakuan fermentasi 9 hari menunjukkan keracunan gulma ditingkat 3, dan pada perlakuan fermentasi 12 hari menunjukkan keracunan gulma ditingkat 4.

Pengulangan kedua pada perlakuan K0 menunjukkan tingkat keracunan gulma sebesar 0, perlakuan K1 menunjukkan tingkat keracunan gulma sebesar 4, perlakuan P1 menunjukkan tingkat keracunan gulma sebesar 1, perlakuan P2 menunjukkan tingkat keracunan gulma sebesar 3, perlakuan P3 menunjukkan tingkat keracunan gulma sebesar 4, dan perlakuan P4 menunjukkan tingkat

keracunan gulma sebesar 4. Selanjutnya pada pengulangan ketiga pada perlakuan K0 menunjukkan keracunan gulma ditingkat 0, perlakuan K1 menunjukkan keracunan gulma ditingkat 4, perlakuan P1 menunjukkan keracunan gulma ditingkat 2, perlakuan P2 menunjukkan keracunan gulma ditingkat 4, perlakuan P3 menunjukkan keracunan gulma ditingkat 2, dan pada perlakuan P4 menunjukkan keracunan gulma ditingkat 4. Berikut grafik yang menggambarkan tingkat keracunan dari masing-masing perlakuan.



**Gambar 4.2**  
**Grafik hubungan antara perlakuan dan tingkat keracunan tanaman**

Grafik di atas menggambarkan keefektifan yang ditimbulkan dari masing masing perlakuan dalam menghambat pertumbuhan gulma belulang. Keracunan paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan kontrol negatif dengan tingkat keracunan 0%. Pada perlakuan K1 dapat meracuni gulma sebesar 100%, perlakuan P1 dapat meracuni gulma sebesar 50%, pada perlakuan P2 dan P3

memperlihatkan keracunan gulma yang sama sebesar 75%. Dan pada perlakuan P4 dapat meracuni gulma sebesar 100% setara dengan keracunan yang ditimbulkan oleh perlakuan kontrol positif raund-up.

Dari grafik diatas dapat diindikasikan bahwa semakin lama fermentasi limbah cair pulp kakao maka semakin efektif dalam meracuni organ tubuh gulma. Hal ini terjadi karena kenaikan keracunan pada gulma terjadi pada lama fermentasi limbah cair pulp kakao selama 12 hari. Dari data yang diperoleh selanjutnya di uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak.

Berdasarkan uji normalitas, diperoleh nilai signifikan  $>0.05$  maka data dapat dikatakan berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Dimana pada uji homogenitas menunjukkan nilai signifikan  $>0,05$  maka dapat dikatakan data terpenuhi atau homogen dan selanjutnya dapat dilakukan uji One-Way ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan dari perlakuan yang diberikan.

**Tabel 4.5**  
**Uji One-Way ANOVA tingkat keracunan tanaman**

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat rerata	F hitung	Taraf signifikan
Antar grup	34.000	5	6.800	5.306	.000
Dalam grup	6.000	12	.500		
Total	40.000	17			

Tabel 4.5 merupakan data hasil analisis menggunakan uji One-Way ANOVA. Dari data di atas menunjukkan bahwa nilai signifikan  $=0,00 < 0,05$ .

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa fermentasi limbah cair pulp kakao berpengaruh signifikan terhadap keracunan tanaman gulma belulang. Selanjutnya dari hasil analisis data ini, perlu dilakukan uji lanjutan LSD untuk mengetahui perlakuan mana yang paling efektif.

**Tabel 4.6**  
**Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%**

Perlakuan	Mean/rata-rata $\pm$ SD (%)
Aquades	0,00 <sup>a</sup> $\pm$ 0,00
Round-UP	4,00 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00
Fermentasi 3 hari	2,00 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,10
Fermentasi 6 hari	3,00 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10
Fermentasi 9 hari	3,00 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10
Fermentasi 12 hari	4,00 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00

Sumber : Data terolah

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbedanya pada uji lanjut BNT 5%

Data diatas merupakan hasil analisis data menggunakan uji lanjut LSD, dari data yang diperoleh terdapat perbedaan. Perlakuan K0 (aquades) berbeda signifikan terhadap semua perlakuan yang diberikan yaitu K1, P1, P2, P3, dan P4. Perlakuan K1 berbeda signifikan dengan perlakuan K0, dan P1 dan tidak memiliki beda signifikan pada perlakuan P2, P3, P4. Perlakuan P1 memiliki beda signifikan dengan K0, K1, P4 tetapi tidak beda signifikan dengan perlakuan P2, P3. Dan perlakuan P2, P3 berbeda signifikan dengan perlakuan K0 tetapi tidak berbeda dengan perlakuan K1, P1, P4. Serta pada perlakuan P4 berbeda signifikan dengan perlakuan K0, P1 dan tidak memiliki perbedaan dengan perlakuan K1, K2, dan P3.

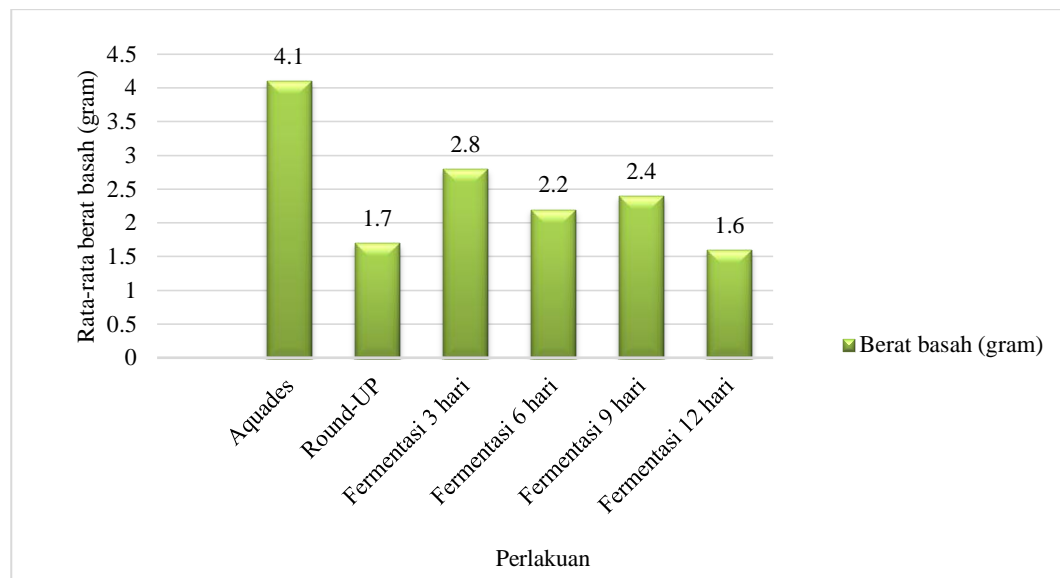
### 3. Bobot basah gulma

**Tabel 4.7**  
**Data hasil pengamatan bobot basah gulma**

Perlakuan	Pengulangan(gram)			Jumlah	Rata-Rata (gram)
	1	2	3		
Aquades	4,3	3,2	4,9	12,4	4,1
Round-UP	1,8	1,3	2,2	5,3	1,7
Fermentasi 3 hari	2,5	3,7	2,2	8,4	2,8
Fermentasi 6 hari	2,5	2,3	1,9	6,7	2,2
Fermentasi 9 hari	2,7	1,8	2,9	7,4	2,4
Fermentasi 12 hari	1,5	2,2	1,2	4,9	1,6

Berdasarkan hasil data pengamatan diperoleh bobot gulma yang beragam dari masing masing perlakuan. Pada pengulangan pertama, perlakuan kontrol negatif menghasilkan bobot basah gulma 4,3, perlakuan kontrol negatif menghasilkan bobot basah gulma 1,8, perlakuan fermentasi 3 hari dan fermentasi 6 hari menghasilkan bobot basah gulma yang sama yaitu 2,5, perlakuan fermentasi 9 hari menghasilkan bobot basah gulma 2,7, dan perlakuan fermentasi 12 hari menghasilkan bobot basah gulma 1,5. Pengulangan kedua, perlakuan kontrol negatif menghasilkan bobot basah gulma 3,2, perlakuan kontrol positif menghasilkan bobot basah gulma 1,3, perlakuan fermentasi 3 hari menghasilkan bobot basah gulma 3,7, perlakuan fermentasi 6 hari menghasilkan bobot basah 2,3, perlakuan fermentasi 9 hari menghasilkan bobot basah 1,8, dan pada perlakuan fermentasi 12 hari menghasilkan bobot basah 2,2. Pengulangan ketiga, perlakuan kontrol negatif menghasilkan bobot basah gulma 4,9, pada perlakuan kontrol positif dan fermentasi 3 hari mendapatkan bobot basah yang sama yaitu 2,2, selanjutnya perlakuan fermentasi 6 hari menghasilkan bobot basah gulma 1,9, pada perlakuan

fermentasi 9 hari menghasilkan bobot basah gulma 2,9, dan pada perlakuan fermentasi 12 hari menghasilkan bobot basah gulma 1,2. Berikut grafik yang menggambarkan bobot basah dari masing-masing perlakuan.



**Gambar 4.3**  
**Grafik hubungan perlakuan dan bobot basah gulma**

Dari grafik di atas terjadi penurunan dari perlakuan K0 terhadap semua perlakuan yang diberikan terhadap gulma belulang. Pada perlakuan K0 bobot basah gulma mencapai 4,1gram grafik mengalami penurunan pada perlakuan K1 hingga bobot gulma mencapai 1,7gram, akan tetapi grafik mengalami peningkatan pada perlakuan P1 bobot kering gulma mencapai 2,8gram, grafik mengalami penurunan kembali pada perlakuan P2 sehingga mencapai 2,2gram, selanjutnya gulma mengalami sedikit kenaikan pada perlakuan P3 dengan bobot gulma mencapai 2,4 dan mengalami penurunan lagi pada perlakuan P4 sehingga bobot basah gulma mencapai 1,6gram. Dari data yang diperoleh selanjutnya di uji



normalitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak.

Berdasarkan uji normalitas, diperoleh nilai signifikan  $>0.05$  maka data dapat dikatakan berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Dimana pada uji homogenitas menunjukkan nilai signifikan  $>0,05$  maka dapat dikatakan data terpenuhi atau homogen dan selanjutnya dapat dilakukan uji One-Way ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan dari perlakuan yang diberikan.

**Tabel 4.8**  
**Uji One-Way ANOVA bobot basah gulma**

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat rerata	F hitung	Taraf signifikan
Antar grup	1235.611	5	247.122	6.513	.004
Dalam grup	455.333	12	37.944		
Total	1690.944	17			

Data hasil analisis uji One-Way ANOVA di atas menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi limbah cair pulp kakao memberikan pengaruh terhadap bobot basah gulma belulang hal ini dapat dilihat dari nilai signifikan  $=0,04 < 0,05$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa fermentasi limbah cair pulp kakao berpengaruh signifikan terhadap bobot basah gulma belulang. Selanjutnya dari hasil analisis data ini, perlu dilakukan uji lanjutan LSD untuk mengetahui perlakuan mana yang paling efektif.

**Tabel 4.9**  
**Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%**

Perlakuan	Mean/rata-rata $\pm$ SD (gram)
Aquades	4,13 <sup>a</sup> $\pm$ 0,86
Round-UP	1,76 <sup>b</sup> $\pm$ 0,45
Fermentasi 3 hari	2,80 <sup>b</sup> $\pm$ 0,79
Fermentasi 6 hari	2,23 <sup>b</sup> $\pm$ 0,30
Fermentasi 9 hari	2,46 <sup>b</sup> $\pm$ 0,58
Fermentasi 12 hari	1,63 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,51

Sumber : Data terolah

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbedanyata pada uji lanjut BNT 5%

Tabel diatas merupakan data hasil analisis uji lanjut LSD pada taraf 5%. Hasil pengamatan menggunakan aquades berbeda signifikan terhadap semua perlakuan yaitu K1, P1, P2, P3, dan P4. Perlakuan menggunakan K1(round-up) berbeda signifikan terhadap perlakuan K0 tetapi sama dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Perlakuan menggunakan limbah cair pulp kakao dengan lama fermentasi 3 hari berbeda signifikan terhadap perlakuan K0 dan P4 tetapi, sama dengan perlakuan K1, P2 dan P3. perlakuan selanjutnya P2 dan P3 yang memiliki perbedaan signifikan dengan K0 dan tidak berbeda signifikan dengan K1, P1, dan P4. Serta perlakuan P4 berbeda signifikan terhadap perlakuan K0 dan P1 tetapi sama dengan perlakuan K1, P2, P3.

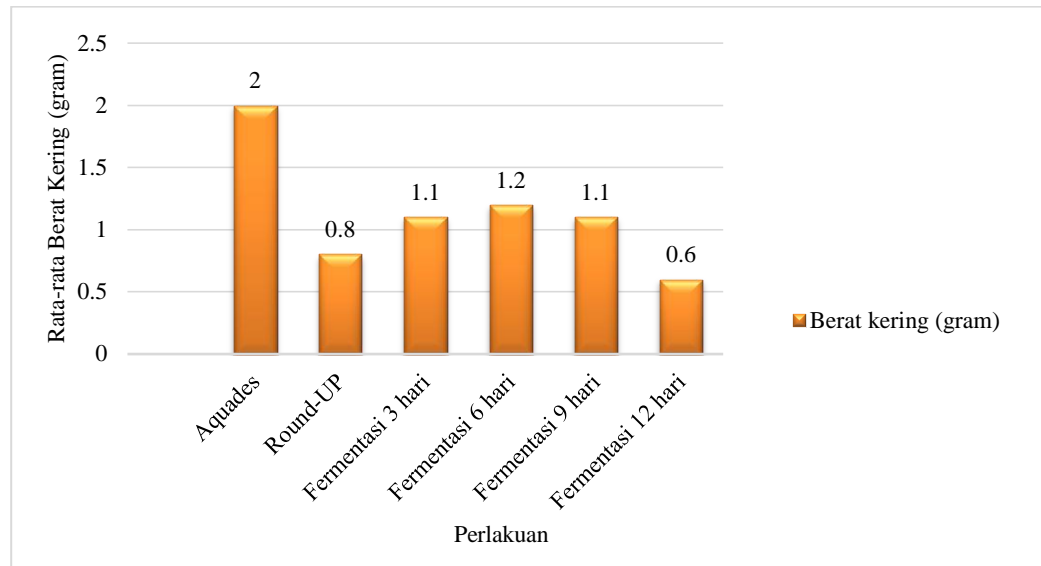
#### 4. Bobot kering gulma

**Tabel 4.10**  
**Data hasil pengamatan bobot kering gulma**

Perlakuan	Pengulangan(gram)			Jumlah	Rata-Rata (gram)
	1	2	3		
Aquades	1,3	2,2	2,7	6,2	2
Round-UP	0,8	0,3	1,2	2,4	0,8
Fermentasi 3 hari	1,5	1,7	0,2	3,4	1,1
Fermentasi 6 hari	1,5	1,3	0,9	3,7	1,2
Fermentasi 9 hari	0,6	0,8	1,9	3,3	1,1
Fermentasi 12 hari	0,5	0,9	0,2	1,9	0,6

Tabel 4.10 merupakan data hasil penelitian bobot kering yang menunjukkan adanya perbedaan berat dari setiap perlakuan setelah mengalami proses pengeringan. Pada pengulangan pertama, perlakuan kontrol negatif menghasilkan berat 1,3, perlakuan kontrol positif menghasilkan berat 0,8, perlakuan fermentasi 3 hari dan fermentasi 6 hari menghasilkan berat yang sama yaitu 1,5, perlakuan fermentasi 9 hari menghasilkan berat 0,6, dan pada perlakuan fermentasi 12 hari menghasilkan berat 0,5. Pengulangan kedua, perlakuan kontrol negatif menghasilkan berat 2,2, perlakuan kontrol positif menghasilkan berat 0,3, perlakuan fermentasi 3 hari menghasilkan berat 1,7, perlakuan fermentasi 6 hari menghasilkan berat 1,3, perlakuan fermentasi 9 hari menghasilkan berat 0,8, dan pada perlakuan fermentasi 12 hari menghasilkan berat 0,9. Pengulangan ketiga, perlakuan kontrol negatif menghasilkan berat 2,7, perlakuan kontrol positif menghasilkan berat 1,2, perlakuan fermentasi 3 hari menghasilkan berat 0,2, perlakuan fermentasi 6 hari menghasilkan berat 0,9, perlakuan fermentasi 9 hari menghasilkan berat 1,2, dan pada perlakuan

fermentasi 12 hari menghasilkan berat 0,2. Berikut grafik yang menggambarkan bobot kering dari masing masing perlakuan.



**Gambar 4.4**  
**Grafik hubungan perlakuan dan bobot kering gulma**

Grafik diatas menyatakan bahwa berat kering tertinggi terdapat pada perlakuan K0 yaitu 2gram, dan mengalami penurunan secara drastis pada perlakuan K1 sehinga berat gulma menjadi 0,8gram, pada perlakuan P1 mengalami kenaikan sehingga mencapai berat gulma 1,1gram, selanjutnya pada perlakuan P2 gulma mencapai berat 1,2 gram, perlakuan P3 terjadi penurunan gulma sehingga beratnya menjadi 1,1, pada perlakuan P4 mengalami penurunan gulma secara drastis dengan mencapai berat gulma 0,6. Dari grafik diatas maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama fermentasi yang diaplikasikan maka akan semakin baik dalam proses menghambat pertumbuhan gulma belulang. Dari data

yang diperoleh selanjutnya di uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak.

Berdasarkan uji normalitas, diperoleh nilai signifikan  $>0.05$  maka data dapat dikatakan berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Dimana pada uji homogenitas menunjukkan nilai signifikan  $>0,05$  maka dapat dikatakan data terpenuhi atau homogen dan selanjutnya dapat dilakukan uji One-Way ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan dari perlakuan yang diberikan.

**Tabel 4.11**  
**Uji One-Way ANOVA bobot kering gulma**

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat rerata	F hitung	Taraf signifikan
Antar grup	515.167	5	103.033	3.127	.049
Dalam grup	395.333	12	32.944		
Total	910.500	17			

Data hasil analisis uji One-Way ANOVA di atas menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi limbah cair pulp kakao memberikan pengaruh terhadap bobot kering gulma belulang hal ini dapat dilihat dari nilai signifikan  $=0,49 < 0,05$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa fermentasi limbah cair pulp kakao berpengaruh signifikan terhadap bobot kering gulma belulang. Selanjutnya dari hasil analisis data ini, perlu dilakukan uji lanjutan LSD untuk mengetahui perlakuan mana yang paling efektif

**Tabel 4.12**  
**Uji lanjut LSD pada taraf 5%**

Perlakuan	Mean/rata-rata $\pm$ SD(gram)
Aquades	2,06 <sup>a</sup> $\pm$ 0,70
Round-UP	0,43 <sup>b</sup> $\pm$ 0,32
Fermentasi 3 hari	1,13 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,81
Fermentasi 6 hari	1,23 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,30
Fermentasi 9 hari	1,10 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,70
Fermentasi 12 hari	0,53 <sup>b</sup> $\pm$ 0,35

Sumber : Data terolah

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbedanyata pada uji lanjut BNT 5%

Tabel 4.4 merupakan data hasil analisis dari berat kering gulma belulang. Berat kering gulma belulang dengan menggunakan perlakuan aquades (K0) memiliki perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan K1, dan P4 tetapi tidak berbeda signifikan terhadap perlakuan P1, P2, P3. Perlakuan menggunakan K1 (round-up) dan P4 (fermentasi 12 hari) memiliki perbedaan yang signifikan terhadap K0 tetapi tidak pada P1, P2, P3, sedangkan pada perlakuan fermentasi 3 hari (P1), 6 hari (P2) dan 9 hari (P3) tidak memiliki perbedaan signifikan terhadap semua perlakuan yang di berikan pada gulma belulang.

## **B. Pembahasan**

Penurunan produktivitas hasil pertanian sering terjadi pada akhir-akhir ini hal ini terjadi sebagian besar disebabkan oleh gulma karena terdapat persaingan dalam memperoleh cahaya, nutrisi, air, CO<sub>2</sub>, dan hara antara tanaman budidaya dan gulma. Upaya dalam pembasmian atau penekanan pertumbuhan gulma pada perkebunan dilakukan dengan cara pengaplikasian bioherbisida.



Proses pembuatan bioherbisida sendiri memerlukan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang bersifat allelopati pada tumbuhan senyawa ini dapat ditemukan diseluruh bagian tanaman. Dalam penelitian ini menggunakan senyawa allelopati yang berasal dari buah kakao yang mengandung senyawa metabolit sekunder asam-asam organik terdiri dari asam malat, asam sitrat, dan asam asetat serta polifenol.<sup>1</sup> Pendapat ini dapat diperkuat dengan hasil uji fitokimia yang sudah dilakukan di laboratorium yaitu:

**Tabel 4.13**  
**Hasil Uji Fitokimia Pulp Kakao**

Senyawa Metabolit Skunder	Hasil
Asam Sitrat	(+)
Asam Malat	(+)
Asam Asetat	(+)
Polifenol	(+)

Penelitian ini berskala laboratorium yang dilakukan untuk melihat tingkat kematian gulma belulang dan untuk mengetahui keefektifan dari limbah cair pulp kakao terhadap gulma belulang dengan perbedaan lama fermentasi. Adapun parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu:

### **1. Tinggi tanaman gulma belulang**

Data tinggi tanaman yang diperoleh melalui proses pengukuran secara langsung pada gulma belulang dengan cara mengukur dari pangkal batang

---

<sup>1</sup> Atanama, S.A, "Proses enzimatis pada fermentasi untuk perbaikan mutu kakao," *Jurnal Terapan* 4, no. 2 (17 November 2010): h. 254, <http://www.iptek/terapan/cacao.co.id.html>.

gulma hingga daun tertinggi. Dari hasil analisis data diperoleh bahwa perlakuan menggunakan aquades mengidentifikasi adanya perbedaan signifikan terhadap semua perlakuan. Sedangkan pada perlakuan menggunakan round-up plus 360 SL dan fermentasi limbah cair pulp kakao tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Hal ini terjadi karena bioherbisida limbah cair pulp kakao bersifat kontak sama halnya dengan herbisida round-up plus 360 SL hanya saja memiliki senyawa kimia yang berbeda, pada pulp kakao terdapat senyawa kimia polifenol yang sangat tinggi toksisitasnya, bersifat non selektif dan berkerja secara efektif dan bersifat kontak.<sup>2</sup> Sedangkan pada round-up terbuat dari senyawa aktif isopropil aminia glifosat 360 g/l + metil metsulfuron 5 g/l.

Senyawa polifenol mengganggu pertumbuhan tanaman dengan cara mempengaruhi kerja enzim hidrolisis sehingga mengakibatkan naiknya tekanan osmosis yang dapat menghambat difusi air dan oksigen ke dalam tubuh tanaman yang akan menghambat transport asam amino yang berakhir pada terganggunya pembentukan protein.<sup>3</sup> Berkurangnya komponen makromolekul mengakibatkan terhambatnya sintesis protein yang akan menyebabkan terhambatnya sintesis protoplasma. Oleh karena itu, proses pembelahan dan pemanjangan sel terhambat yang berakibat pada proses

---

<sup>2</sup> Any Guntarti, "Kadar Polifenol Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Pada Variasi Asal Daerah," *Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* 3, no. 1 (Juli 2016): h. 23.

<sup>3</sup> Q, Wang dan D. A. Jiang, "Phenolic and Plant Allelopathy," *Journal Molecules* 15, no. 2 (2010): h. 172.

pertumbuhan organisme, bahkan walaupun terjadi proses pertumbuhan banyak menghasilkan pertumbuhan yang tidak normal atau cacat.<sup>4</sup>

Hal ini dapat diperjelas pada penelitian Khotib bahwa senyawa kimia polifenol yang terdapat pada ekstrak daun jati mampu menghambat pertumbuhan *Echinochola crusgalli* dengan rata-rata tinggi 10,5cm pada 3MSA.<sup>5</sup>

## 2. Tingkat keracunan tanaman gulma belulang

Berdasarkan hasil pengamatan gejala keracunan yang ditimbulkan oleh gulma belulang setelah pengaplikasian bioherbisida limbah cair pulp kakao dapat dilihat dari perubahan warna daun hijau segar menjadi kuning, coklat kehitaman, daun yang menempel pada pangkal batang membusuk dan akhirnya gulma mati. Akan tetapi keadaan tersebut berbanding terbalik pada saat pemanenan gulma akarnya tumbuh subur di bawah permukaan tanah.

Berdasarkan gejala yang ditunjukkan pada saat pengamatan dan pada saat pemanenan berbeda jauh, hal tersebut terjadi diduga bahwa mekanisme kerja pulp kakao bersifat kontak. Herbisida kontak hanya dapat mematikan pada bagian gulma yang terkena saja dan tidak dapat terlokasikan kedalam bagian tubuh lainnya, semakin banyak organ yang terkena herbisida kontak

---

<sup>4</sup> Yuliani, "Pengaruh allelopati kamboja (*Plumeria acuminata* W. T. Ait) terhadap perkecambahan biji dan pertumbuhan CHIMERA (*Celosia argentea* L.)," *Jurnal Biologi dan Pengajarannya* 4, no. 2 (2010): h. 63.

<sup>5</sup> M.Khotib, "Potensi Alelokimia Daun Jati Untuk Mengendalikan *Echinochola crusgalli*," *Jurnal Penelitian Terapan* 2, no. 1 (2015): h.62

maka semakin baik daya kerja herbisida tersebut, umumnya herbisida ini diaplikasikan pada pasca tumbuh melalui tajuk gulma.<sup>6</sup>

Pristiwa di atas diperjelas pada penelitian Aris Faisal dan Herry Susanto berdasarkan gejala yang ditunjukkan gulma setelah diberi bioherbisida limbah cair pulp kakao seperti herbisida kontak yang langsung menyerang jaringan dan bagian yang terkena, terutama bagian gulma berwarna hijau yang aktif berfotosintesis.<sup>7</sup> Hal ini dikarenakan terdapat kandungan asam asetat dalam plup kakao yang dapat menurunkan kadar klorofil daun sehingga menghambat laju fotosintesis.

Menurunya kadar klorofil dalam daun gulma belulang dipengaruhi oleh adanya senyawa polifenol yang mempengaruhi penyerapan air dan unsur hara kedalam tubuh gulma. Terhambatnya penyerapan unsur hara dapat mempengaruhi ketersediaan unsur N dan Mg yang berperan penting dalam sintesis klorofil. Klorofil memiliki sifat kimia (1) tidak larut dalam air melainkan larut dalam pelarut polar; (2) dalam keadaan asam, inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H sehingga membentuk senyawa *feofitin* yang menimbulkan warna coklat.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Dad R.J. Sembodo, *Gulma dan Pengolahannya*, pertama (Yogyakarta: Graha ilmu, 2010), h. 116.

<sup>7</sup> Aris Faisal Pratama, Herry Susanto, dan Dad R J Sembodo, "Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao," *Jurnal Agrotropika* 1, no. 1 (2013): h. 83.

<sup>8</sup> Nio Song Ai Dan Yunia Banyo, "Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman," *Jurnal Ilmiah Sains* 11, no. 2 (Oktober 2011): h.167.

Pengaruh asam asetat dalam kloroplas diawali dengan terkumpulnya ATP dan NADPH yang selanjutnya bereaksi dengan  $O_2$  sehingga membentuk superoksida ( $O_2^-$ ) dan hydrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). peningkatan radikal  $O_2^-$  dan  $H_2O_2$  menyebabkan penurunan enzim superoksida demutasi dan peroksida demutasi sehingga mengakibatkan kerusakan sel mesofil daun.<sup>9</sup>

Rusaknya jaringan menyebabkan tanaman mengering dan layu terutama pada bagian daun, tunas, atau secara keseluruhan disebabkan karena hilangnya turgor pada bagian tersebut yang disebabkan tidak seimbangnya penguapan dan pengangkutan air dalam tubuh tanaman. Penyakit layu pada tanaman dapat disebabkan oleh faktor abiotik seperti pemberian herbisida nabati.<sup>10</sup>

Menurut Evans dalam penelitiannya mengemukakan bahwa asam cuka (asam asetat) konsentrasi 10-20% dapat meracuni gulma *Asystasia gangetica* dan *Synedrella nodiflora* sebesar 70% dan tingkat keracunan setinggi 50% pada perlakuan gulma teki dan gulma jenis rumput.<sup>11</sup>

### 3. Bobot basah gulma belulang

Bobot basah merupakan berat mula-mula sebelum dilakukannya pengeringan, selain itu juga bobot basah merupakan total bobot tanaman

<sup>9</sup> Hidayat Pujiswanto, S.M, M.P, "Mekanisme dan efektivitas asam asetat sebagai herbisida terhadap gulma pada jagung (*Zea mays* L.)," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 3 (2015): h. 3.

<sup>10</sup> Aisyah, *Mengenal gejala penyakit layu pada tanaman dan cara menanganinya* (Perduli Pertanian Indonesia: Jakarta, 2012), h. 36.

<sup>11</sup> Evans, "Herbicidal Effects of Vinegar and a Clove Oil Product on Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) | Weed Technology | Cambridge Core," t.t., h. 298, diakses 17 Oktober 2019.

tanpa akar yang menunjukkan hasil aktivitas metabolik tanaman itu sendiri.<sup>12</sup> Data bobot basah diperoleh dengan cara memanen gulma mulai dari akarnya pada hari ke-17 setelah aplikasi dan menimbang gulma menggunakan timbangan analitik. Dari hasil data yang telah dianalisis, perlakuan menggunakan bioherbisida limbah cair pulp kakao dengan fermentasi 12 hari menghasilkan bobot basah gulma belulang terendah dari semua perlakuan.

Hal ini terjadi karena kebutuhan tanaman akan unsur hara makro dan mikro yang tidak terpenuhi dengan adanya pemberian bioherbisida limbah cair pulp kakao. Ketersediaan unsur hara berperan penting sebagai sumber energi, sehingga tingkat kecukupan hara berperan penting dalam mempengaruhi biomassa pada suatu tanaman.<sup>13</sup> Bobot basah yang rendah pada perlakuan fermentasi 12 hari ini disebabkan oleh tinggi tanaman yang dihasilkan relatif rendah dan tingkat keracunan tanaman yang relatif tinggi.

Pada tinggi gulma dipengaruhi senyawa polifenol yang terkandung dalam pulp kakao yang menyebabkan meningkatnya tekanan osmosis sehingga menghambat defusi air dan oksigen ke dalam tubuh tanaman yang sehingga proses metabolik di dalamnya juga ikut terganggu. Menyebabkan tumbuhan kurang bahkan tidak memiliki energi untuk pertumbuhan dan

---

<sup>12</sup> Salisbury dan Ross, *Fisiologi Tumbuhan, Terjemahan Lukman dan Sunaryo* (Bandung: ITB, 1995), h. 152

<sup>13</sup> Bahidin Laode Mpapa, "Analisis Kesuburan Tanah Tempat Tumbuh Pohon Jati (*Tectona grandis* L.) Pada Ketinggian Yang Berbeda," *Jurnal Agrista* 20, no. 3 (2016)



perkembangan selama siklus hidupnya, yang akan berdampak kematian pada tanaman.

Pada tingkat keracunan gulma yang tinggi dipengaruhi oleh asam asetat yang diproduksi selama fermentasi 12 hari lebih banyak dibandingkan yang lain sehingga peluang asam asetat dalam merusak dan mempengaruhi klorofil daun lebih besar sehingga menyebabkan bobot gulma basah yang rendah. Hal ini dapat diperjelas dari hasil penelitian Bangkit Dwi Satryo menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi yang dilakukan maka semakin tinggi pula kadar asam asetat pada cairan pulp kakao.<sup>14</sup> Berdasarkan hasil penelitian Pujisiswanto menyatakan bahwa aplikasi asam asetat 20% mampu menghambat pertumbuhan gulma *Cleome rutidospermae* D.C pada 4 MSA dan mampu menekan berat basah gulma sebesar 0,54 gram.<sup>15</sup>

#### 4. Bobot kering gulma belulang

Bobot kering merupakan berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga mencapai keadaan yang konstan. Pengukuran berat kering digunakan sebagai indikator pertumbuhan tanaman karena mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis

---

<sup>14</sup> Bangkit Dwi Satryo, G P Ganda Putra, dan I Wayan Arnata, "Pengaruh Penambahan Ragi Tape Dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 3, no. 1 (2015): 8.

<sup>15</sup> Hidayat Pujisiswanto dkk., "Effect of Acetic Acid as Pre-Emergence Herbicide on Maize Germination," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 15, no. 1 (5 Juli 2017), <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i1.113>.

oleh tanaman dari senyawa anorganik yaitu air dan  $\text{CO}_2$ .<sup>16</sup> Jadi semakin baik pertumbuhan tanaman maka berat kering juga semakin meningkat. Data berat kering diperoleh melalui proses pemanasan menggunakan oven dengan suhu  $84^\circ$  selama 24 jam.

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan bobot kering gulma terendah terjadi pada perlakuan limbah cair pulp kakao dengan lama fermentasi 12 hari. Rendahnya bobot kering yang dihasilkan menunjukkan adanya unsur hara yang tidak terpenuhi akibat dari pengaplikasian pulp kakao, hal ini menunjukkan bahwa pulp kakao dapat dijadikan sebagai herbisida pembasmi rumput pengganti herbisida kimia untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh pestisida kimia terhadap lingkungan.

Hasil bobot kering tanaman selain dipengaruhi oleh bobot basah tanaman, juga dipengaruhi oleh keadaan dan jumlah daun yang merupakan tempat akumulasi hasil fotosintat tanaman. Asam asetat dalam limbah cair pulp kakao mempengaruhi bobot kering gulma belulang melalui penurunan klorofil daun dengan cara menambahkan 2 atom H dalam ikatan rantai kimia klorofil sehingga membentuk senyawa *feofitin* ketika senyawa ini memberikan warna coklat pada daun gulma, otomatis penurunan serapan  $\text{CO}_2$  terjadi yang diakibatkan oleh rusaknya zat hijau daun, dan terjadi peningkatan  $\text{O}_2$  dalam sel daun gulma.

---

<sup>16</sup> Denada Visitia Riskitavani dan Kristanti Indah Purwani, "Studi Potensi Bioherbisida Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Gulma Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)," *SAINS DAN SENI POMITS* 2, no. 2 (2013): h. 60, <https://doi.org/2301-928X>.

Hasil berat kering juga merupakan keseimbangan antara proses fotosintesis dan proses respirasi yaitu fotosintesis akan meningkatkan berat kering dengan pengambilan CO<sub>2</sub> sedangkan respirasi akan menurunkan berat kering karena pengeluaran O<sub>2</sub> secara berlebihan.<sup>17</sup> Menurut penelitian Hidayat Pujisiswanto limbah pulp kakao dengan lama fermentasi 3 minggu mampu menekan bobot kering gulma *Ageratum conyzoides* sebesar 0,00 gram, hal ini membuktikan bahwa semakin lama fermentasi yang diterapkan pada pulp kakao semakin banyak menghasilkan asam asetat dan polifenol sehingga dapat menekan pertumbuhan dan biomasa gulma target lebih efektif.

### C. Hasil Penelitian Sebagai Alternatif Petunjuk Praktikum

Biologi merupakan salah satu ilmu sains selain matematika dan ilmu fisika. Biologi merupakan suatu pembelajaran yang berorientasi pada masalah yang dalam proses pemecahannya dapat mengembangkan kemampuan dan pengetahuan anak secara nyata. Dunia biologi memberikan peluang bagi penemu-penemu terkini sehingga ilmu biologi tidak hanya berpusat untuk mendalami gejala alam, fakta-fakta, konsep dan prinsip saja, melainkan menganjurkan dalam menemukan sebuah invensi baru dalam dunia biologi. Penemuan tersebut dapat terealisasi dengan melakukannya sebuah percobaan dan penelitian. Pristiwa tersebut menunjukkan bahwa pada proses pembelajaran biologi perlu adanya keterlibatan peserta didik secara langsung dan tidak semata-mata belajar teori di buku saja.

---

<sup>17</sup> Salisbury dan Ross, Fisiologi Tumbuhan, h. 156

Biologi menjadi bagian ilmu sains yang memiliki banyak sekali cabang ilmu salah satunya mengkaji tentang keseimbangan lingkungan atau dapat disebut ekologi. Ekologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mendalami masalah hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya .

Hasil penelitian yang diperoleh dari fermentasi limbah cair pulp kakao sebagai herbisida gulma belulang memberikan kesimpulan bahwa limbah cair pulp kakao dapat menghambat dan menekan pertumbuhan gulma belulang sehingga pertumbuhan selanjutnya berhenti. Hal tersebut terjadi karena limbah cair pulp kakao mengandung beberapa senyawa kimia yang bersifat allelopati yang dapat menghambat perkecambahan benih, penyerapan air dan unsur hara, proses respirasi, proses fotosintesis, serta menurunkan permeabilitas membran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat di implementasikan pada pembelajaran Biologi SMA Kelas X semester II; pada BAB 10 materi Perubahan Lingkungan/Iklim dan Daur Ulang Limbah; pada kompetensi dasar 4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan. Pada bab terbut hasil penelitian dapat dijadikan sebagai contoh produk daur ulang limbah dengan model pembelajaran praktikum dan diskusi secara kelompok serta mampu memperkaya materi pembelajaran Biologi di tingkat SMA khususnya kelas X.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa fermentasi limbah cair pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) dapat berpengaruh dan menghambat pertumbuhan gulma belulang (*Eleusine indica* L.). Lama fermentasi limbah cair pulp kakao yang paling efektif menghambat pertumbuhan gulma belulang yaitu dan 12 hari dengan lama pengamatan 16 HSA dengan tingkat keracunan sebesar 100%.

#### **B. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam skala lapangan dengan jangka waktu yang lama untuk mengetahui gulma benar-benar mati atau mengalami pemulihan kembali.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme kerja zat aktif yang terdapat dalam limbah cair pulp kakao terhadap tumbuhan lain.
3. Penelitian selanjutnya jangan dilakukan pada saat musim kemarau karena susah dalam memperoleh cairan pulp kakao.

## DAFTAR PUSTAKA

- Any Guntarti. "Kadar Polifenol Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Pada Variasi Asal Daerah." *Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* 3, no. 1 (Juli 2016).
- Berlian, Zainal, Fitratul Aini, dan Resti Ulandari. "Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih Dan Singkong Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi Yang Berbeda." *Jurnal Biota* 2, no. 1 (Januari 2016): 6.
- Dad R.J. Sembodo. *Gulma dan Pengolahannya*. Pertama. Yogyakarta: Graha ilmu, 2010.
- Denada Visitia Riskitavani, dan Kristanti Indah Purwani. "Studi Potensi Bioherbisida Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Gulma Rumpun Teki (*Cyperus rotundus*)." *SAINS DAN SENI POMITS* 2, no. 2 (2013). <https://doi.org/2301-928X>.
- Departemen Agama RI. *Mushaf Al-Quran Al-Kafi*. Jawa Barat: CV Penerbit Diponegoro, 2008.
- Dewi, Arinda Kusuma, Cahya Setya Utama, dan Sri Mukodiningsih. "Kandungan Total Fungi Serta Jenis Kapang dan Khamir pada Limbah Pabrik Pakan yang Difermentasi dengan Berbagai Aras Starter 'Starfung.'" *Jurnal Agripet* 14, no. 2 (1 Oktober 2014): 102. <https://doi.org/10.17969/agripet.v14i2.1874>.
- Dinata, Aprianto. "Pengaruh Waktu Dan Metode Pengendalian Gulma Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*)." *Jurnal Produksi Tanaman* 5, no. 2 (Februari 2017): 7.
- Djs, Aulia Juanda, S Si, M Si, dan Saroha Manurung. "Efektivitas Bio Herbisida Pulp Kakao (*Theobroma cacao L*) Dengan Beberapa Tingkat Kematangan Fermentasi Terhadap Pengendalian Gulma di Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*)." *Jurnal FMIPA* 2, no. 1 (April 2019): 8.
- Evans. "Herbicidal Effects of Vinegar and a Clove Oil Product on Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) | Weed Technology | Cambridge Core," t.t. Diakses 17 Oktober 2019.



Evi Oktavia, dan Soembodo. "Efikasi Herbisida Glifosat Terhadap Gulma Umum Pada Perkebunan Karet (*Hevea Brasiliensis* [Muell.] Arg) Yang Sudah Menghasilkan | Oktavia | Jurnal Agrotek Tropika." Diakses 17 Oktober 2019. <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JA/article/view/2066>.

Hariyanto Triwibowo, Jumani. "Identifikasi Hama Dan Penyakit Shorea Leprosula Miq Di Taman Nasional Kutai Resort Sangkima Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur." *AGRIFOR* 13, no. 2 (12 November 2014): 175–84. <https://doi.org/10.31293/af.v13i2.860>.

Hermawan, Heri. "Kadar Polifenol Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil." *Jurnal FMIPA* 1, no. 1 (2012): 8.

J.D. Fryer, dan Shooichi Matsunaka. *Penanggulangan Gulma Secara Terpadu*. Pertama. Jakarta: Bina Aksara, 1988.

Jody Moenandir. *Fisiologi herbisida (ilmu gulma buku II)*. Jakarta: Rajawali Press, 1988.

———. *Ilmu gulma dalam sistem pertanian*. Jakarta: RajaGrafindo Persada, 1993.

Junaedi, Ahmad, Muhammad Ahmad Chozin, dan Kwang Ho Kim. "Perkembangan Terkini Kajian Alelopati." *HAYATI Journal of Biosciences* 13, no. 2 (Juni 2006): 79–84. [https://doi.org/10.1016/S1978-3019\(16\)30386-2](https://doi.org/10.1016/S1978-3019(16)30386-2).

Kementrian Pertanian. *Statistik Perkebunan Kakao Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, 2015.

Kurniawan, Setiadi, Yuyun Kurniawati, Dwi Sandri, dan Fatimah Fatimah. "Efektifitas Air Kelapa Fermentasi Sebagai Larutan Penghemat Herbisida Komersil." *Jurnal Teknologi Agro-Industri* 1, no. 1 (22 Maret 2015): 19. <https://doi.org/10.34128/jtai.v1i1.26>.

Moenandir, H. Jody. *Ilmu gulma*. Jakarta: Rajawali, 1988.

Mulyono, Daru. "Harmonisasi Kebijakan Hulu-Hilir Dalam Pengembangan Budidaya Dan Industri Pengolahan Kakao Nasional." *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik* 7, no. 2 (12 Juni 2017): 185. <https://doi.org/10.22212/jekp.v7i2.417>.

- Nur, St Sabahan, dan Andi Ralle. "Peningkatan Kadar Alkohol, Asam Dan Polifenol Limbah Cairan Pulp Biji Kakao Dengan Penambahan Sukrosa Dan Ragi." *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* 13, no. 1 (30 Juni 2018): 53–62. <https://doi.org/10.33104/jihp.v13i1.3823>.
- Oktavia, Evi, Dad R. J. Sembodo, dan Rusdi Evizal. "Efikasi Herbisida Glifosat Terhadap Gulma Umum Pada Perkebunan Karet (*Hevea Brasiliensis* [Muell.] Arg) Yang Sudah Menghasilkan." *Jurnal Agrotek Tropika* 2, no. 3 (1 Oktober 2014). <https://doi.org/10.23960/jat.v2i3.2066>.
- Palijama, W, Johan Riry, dan A.Y Wattimena. "Komunitas Gulma Pada Pertanaman Pala (*Myristica fragrans* H) Belum Menghasilkan Dan Menghasilkan Di Desa Hutumuri Kota Ambon." *Agrologia* 1, no. 2 (28 Februari 2018). <https://doi.org/10.30598/a.v1i2.289>.
- Pratama, Aris Faisal, Herry Susanto, dan Dad R J Sembodo. "Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao." *Jurnal Agrotropika* 1, no. 1 (2013): 6.
- Pujisiswanto, Hidayat. "Pengaruh Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao terhadap Tingkat Keracunan dan Pertumbuhan Beberapa Gulma Berdaun Lebar." *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12, no. 1 (Desember 2011): 7.
- Pujisiswanto, Hidayat, Prapto Yudono, Endang Sulistyaningsih, dan Bambang Hendro Sunarminto. "Effect of Acetic Acid as Pre-Emergence Herbicide on Maize Germination." *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 15, no. 1 (5 Juli 2017). <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i1.113>.
- Rahmawasih. "Efektivitas Limbah Pulp Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Herbisida Gulma Rumput Teki (*Cyperus Kyllingia*)." *Universitas Cokroaminoto Palopo* 1, no. 1 (2018).
- Sasmitaloka, Kirana Sanggrami. "Produksi Asam Sitrat Oleh *Aspergillus Niger* Pada Kultivasi Media Cair." *JURNAL INTEGRASI PROSES* 6, no. 3 (4 Juni 2017). <https://doi.org/10.36055/jip.v6i3.1747>.
- Satria Parlindungan Dalimunthe, Edison Purba, dan Meiriani. "Respons Dosis Biotip Rumput Belulang (*Eleusine Indica* L. Gaertn) Resisten-Glifosat Terhadap Glifosat, Parakuat Dan Indaziflam." *Jurnal Online Agroekoteaknologi* 3, no. 2 (t.t.): 2015/04.

- Satryo, Bangkit Dwi, G P Ganda Putra, dan I Wayan Arnata. "Pengaruh Penambahan Ragi Tape Dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao." *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 3, no. 1 (2015): 8.
- Senjaya, Yusuf Andi, dan Wahyu Surakusumah. "Potensi Ekstrak Daun Pinus (Pinus Merkusii Jungh. Et De Vriese) Sebagai Bioherbisida Penghambat Perkecambahan Echinochloa Colonom L. Dan Amaranthus Viridis." *PERENNIAL* 4, no. 1 (1 Januari 2008): 1. <https://doi.org/10.24259/perennial.v4i1.175>.
- Siti Fatonah. "Penentuan Waktu Pembukaan Stomata Pada Gulma Melastoma labactericum L. di Perkebunan Gambir Kempar." *Biosepesies* 6, no. 2 (Juli 2013): 15–22.
- Sitorus, Lungguk, Julius Pontoh, dan Vanda Kamu. "Analisis Beberapa Asam Organik dengan Metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Grace Smart Rp 18 5 $\mu$ ." *Jurnal MIPA* 4, no. 2 (6 Mei 2015): 148. <https://doi.org/10.35799/jm.4.2.2015.9113>.
- Sufren, dan Yonathan Natanael. *Belajar Otodidak SPSS Pasti Bisa*. Pertama. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014.
- Sukman, Yernelis, dan Yakup. *Gulma dan teknik pengendaliannya*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada, 2002.
- Sumber Pribadi yang diambil di daerah Naningan Tanggamus (16 februari 2019), t.t.*
- Suprpto, Hermanus, dan Dad R J Sembodo. "Respons Pertumbuhan Gulma Terhadap Kepekatan Cairan Fermentasi Pulp Kakao Sebagai Bioherbisida Pascatumbuh," 2013, 6.
- Tjitrosoepomo, Gembong. *Morfologi tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1985.
- Towaha, Juniaty. "Diversifikasi Produk Berbasis Pulpa Kakao." *Jurnal Sirnov* 1, no. 2 (2013): 18.
- Veny Utari, Wiwik Ekyastuti, dan A. Oramahi. "Kondisi Serangan Serangga Hama Pada Bibit Bakau (Rhizopora Apiculata Bl) Di Pup Pt. Bina Ovipari Semesta Kalimantan Barat." *jurnal hutan lestari* 5, no. 4 (2017).

Wali, Martini, dan Sahria Soamole. "Studi tingkat kerusakan akibat hama daun pada tanaman meranti merah (*Shorea leprosula*) di areal persemaian PT. Gema Hutani Lestari Kec. Fene Leisela." *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan* 8, no. 2 (18 Oktober 2015): 36. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.8.2.36-45>.

Waluyo, Darso, Nanik Sriyani, dan Rusdi Evizal. "Fitotoksisitas Dan Efikasi Herbisida Aminosiklopilaklor Dan Kombinasinya Dengan Glifosat Terhadap Gulma Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan." *Jurnal Agrotek Tropika* 2, no. 2 (31 Mei 2014). <https://doi.org/10.23960/jat.v2i2.2089>.








## Lampiran 1



### Dokumentasi penelitian

#### 1. Alat Penelitian



No	Nama alat	Gambar
1.	Pot	
2.	Sprayer	
3.	Ember	
4.	Cetok	




5.	Cutter	
6.	Gelas ukur	
7.	Timbangan digital	
8.	Oven	
9.	Penggaris	



10.	Label	
11.	Amplop	

## 2. Bahan Penelitian

No	Nama Bahan	Gambar
1.	Rumput Belulang	
2.	Pulp Kakao	

3.	Round-Up	
4.	Aquades	
5.	Tanah	

### 3. Pembuatan bioherbisida pulp kakao (*Theobroma cacao* L.)



Pengupasan coklat



Pemisahan biji dari cangkang



Pembuangan empelur



Proses pemeraman untuk mendapatkan pulp



Pulp kakao



Fermentasi pulp kakao



#### 4. Penanaman dan Pemeliharaan Gulma



Pengambilan sampel



Pembuatan media



penanaman gulma



Penyiraman gulma

#### 5. Pengamatan gulma belulang

##### Pengamatan Hari Ke-4





**Pengamatan Hari Ke-8**



**Pengamatan Hari Ke-12**







### Pengamatan Hari Ke-16



## LAMPIRAN 2

### Data Hasil Pengamatan

#### 1. Tinggi Tanaman Gulma

##### Hari ke-4

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	16,5	12,3	15,2
K1	15,5	10,2	16,5
P1	17,4	10,7	12,8
P2	17,2	13,2	12,7
P3	15,3	18,2	14,7
P4	15,8	17,2	14,5

##### Hari ke-8

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	16,8	14,3	17,2
K1	15,8	10,2	16,5
P1	18,3	12,7	13,4
P2	17,5	13,9	10,9
P3	15,7	18,9	13,5
P4	16,2	18,5	14,5

##### Hari ke-12

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	18,2	15,9	20,2
K1	15,8	10,2	16,3
P1	16,3	11,4	12,3
P2	15,8	14,2	11,7
P3	14,2	17,3	13,9
P4	12,2	17,6	10,2

##### Hari ke-16

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	21,5	20,3	15,2
K1	15,7	10,4	16,5
P1	15,3	10,7	14,6
P2	15,8	14,3	11,8
P3	14,2	15,8	12,2
P4	10,9	16,2	9,9



## 2. Tingkat Keracunan Gulma

### Hari ke-4

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	1	1	1
K1	1	2	3
P1	2	0	1
P2	0	1	2
P3	1	2	0
P4	1	2	0

### Hari ke-8

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	0	0	0
K1	2	4	3
P1	2	0	1
P2	0	1	2
P3	1	2	0
P4	2	3	1

### Hari ke-12

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	0	0	0
K1	3	4	4
P1	2	0	1
P2	1	2	3
P3	2	3	1
P4	3	4	2

### Hari ke-16

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	0	0	0
K1	4	4	4
P1	3	1	2
P2	2	3	4
P3	3	4	2
P4	4	4	4

### 3. Berat Basah Gulma

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	4,3	3,2	4,9
K1	1,8	1,3	2,2
P1	2,5	3,7	2,2
P2	2,5	2,3	1,9
P3	2,7	1,8	2,9
P4	1,5	2,2	1,2

### 4. Berat Kering Gulma

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
K0	1,3	2,2	2,7
K1	0,8	0,3	1,2
P1	1,5	1,7	0,2
P2	1,5	1,3	0,9
P3	0,6	0,8	1,9
P4	0,5	0,9	0,2





### LAMPIRAN 3.

**Tabel Data Uji Normalitas, Homogenitas, One Way Anova, Descriptives dan LSD**

#### 1. Tinggi tanaman gulma Hari Ke-4

##### Tests of Normality

Perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K0	.954	3	.587
	K1	.866	3	.283
	P1	.956	3	.595
	P2	.832	3	.194
	P3	.874	3	.307
	P4	1.000	3	.959

a. Lilliefors Significance Correction

##### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.172	5	12	.378

##### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.361	5	2.863	.438	.814
Within Groups	8.480	12	6.540		
Total	12.841	17			

##### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	14.667	.2501	.1245	.2529	.0804	12.3	16.5
K1	3	14.067	.3874	.1946	.5599	.7735	10.2	16.5
P1	3	13.633	.3428	.1978	.2055	.4611	10.7	17.4
P2	3	14.367	.2461	.1420	.3969	.9365	12.7	17.2
P3	3	16.067	.1879	.1086	.1706	.1628	14.7	18.2
P4	3	15.833	.3509	.7601	.7898	.8769	14.5	17.2
Total	18	14.772	23.364	5.5068	1.3610	9.3407	10.2	18.2

## Hari Ke-8

### Tests of Normality

Perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K0	.851	3	.244
	K1	.811	3	.141
	P1	.842	3	.220
	P2	.997	3	.900
	P3	.989	3	.797
	P4	.993	3	.835

a. Lilliefors Significance Correction

### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.616	5	12	.690

### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.6518	5	3.305	.435	.816
Within Groups	9.1147	12	7.596		
Total	10.7664	17			

### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	16.100	.7162	.0737	.9587	.0413	14.3	17.2
K1	3	14.100	.8673	.5533	.8687	.1313	10.2	16.3
P1	3	14.800	.5122	.6162	.2033	.7967	12.7	18.3
P2	3	14.100	.4054	.0787	.9106	.0894	10.9	17.5
P3	3	16.033	.1538	.6773	.8793	.7873	13.5	18.9
P4	3	16.400	.7486	.5902	.1313	.8687	14.5	18.5
Total	18	15.256	25.1658	.9316	4.0409	1.0702	10.2	18.9

## Hari Ke-12

### Tests of Normality

Perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K0	.998	3	.923
	K1	.811	3	.141
	P1	.882	3	.331
	P2	.984	3	.759
	P3	.816	3	.152
	P4	.889	3	.351

a. Lilliefors Significance Correction

### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.882	5	12	.522

### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.778	5	3.956	.321	.319
Within Groups	8.000	12	2.333		
Total	17.778	17			

### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	18.100	.1743	.4231	.5477	.4523	15.9	20.2
K1	3	14.100	.6739	.5533	.8687	.1313	10.2	16.3
P1	3	13.333	.8320	.0591	.5391	.1276	11.4	16.3
P2	3	13.900	.6398	.9303	.6678	.3322	11.7	15.8
P3	3	15.133	.2374	.8678	.5726	.0941	13.9	17.3
P4	3	15.667	.2933	.5128	.4069	.9264	10.9	17.6
Total	18	14.689	28.1508	6.6267	2.9076	6.8702	10.2	20.2

## Hari Ke-16

### Tests of Normality

		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K0	.999	3	.956
	K1	.825	3	.177
	P1	.861	3	.271
	P2	.980	3	.726
	P3	.996	3	.878
	P4	.866	3	.283

a. Lilliefors Significance Correction

### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.472	5	12	.269



### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.6381	5	3.276	5.306	.008
Within Groups	10.000	12	1.500		
Total	11.6381	17			

### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	21.3333	.5033	.21880	.2733	.3933	20.3	22.8
K1	3	11.3333	.2705	.74685	.6721	.9945	10.4	16.3
P1	3	15.3333	.7857	.31006	.7621	.9045	10.7	15.3
P2	3	13.6667	.2072	.66667	.4691	.8643	11.8	15.8
P3	3	14.6667	.3070	.41367	.8603	.4731	12.2	15.8
P4	3	12.3333	.8575	.54766	.2265	.4401	99.0	16.2
Total	18	19.2778	37.4099	8.81762	13.6742	16.8813	99.0	22.8



### Multiple Comparisons

Pengulangan  
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0	K1	74.0000	20.2857	.003	2.7928	11.2072
	P1	80.0000	20.2857	.002	3.7928	12.2072
	P2	75.6667	20.2857	.003	3.4595	11.8738
	P3	74.6667	20.2857	.003	3.4595	11.8738
	P4	92.0000	20.2857	.001	4.7928	13.2072
K1	K0	-74.0000	20.2857	.003	-11.2072	-2.7928
	P1	6.0000	20.2857	.772	-3.2072	5.2072
	P2	1.667	20.2857	.936	-4.5405	4.8738
	P3	.6667	20.2857	.974	-4.5405	4.8738
	P4	18.0000	20.2857	.392	-2.2072	6.2072
P1	K0	-80.0000	20.2857	.002	-12.2072	-3.7928
	K1	-6.0000	20.2857	.772	-5.2072	3.2072
	P2	-4.3333	20.2857	.834	-4.5405	3.8738
	P3	-5.3333	20.2857	.797	-4.5405	3.8738
	P4	12.0000	20.2857	.565	-3.2072	5.2072
P2	K0	-75.6667	20.2857	.003	-11.8738	-3.4595
	K1	-1.6667	20.2857	.936	-4.8738	4.5405
	P1	4.3333	20.2857	.834	-3.8738	4.5405
	P3	-1.0000	20.2857	.962	-4.2072	4.2072
	P4	16.3333	20.2857	.436	-2.8738	6.5405
P3	K0	-74.6666	20.2857	.003	-118.8738	-30.4595
	K1	-.6666	20.2857	.974	-44.8738	43.5405
	P1	5.3333	20.2857	.797	-38.8738	49.5405
	P2	1.0000	20.2857	.962	-43.2072	45.2072
	P4	17.3333	20.2857	.410	-26.8738	61.5405
P4	K0	-92.0000	20.2857	.001	-136.2072	-47.7928
	K1	-18.0000	20.2857	.392	-62.2072	26.2072
	P1	-12.0000	20.2857	.565	-56.2072	32.2072
	P2	-16.3333	20.2857	.436	-60.5405	27.8738
	P3	-17.3333	20.2857	.410	-61.5405	26.8738

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 2. Tingkat Keracunan Gulma

### Hari Ke-4

Tests of Normality<sup>a</sup>

Perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K1	1.000	3	1.000
	P1	1.000	3	1.000
	P2	1.000	3	1.000
	P3	1.000	3	1.000
	P4	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Pengulangan is constant when Perlakuan = K0. It has been omitted.

Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.800	5	12	.571

ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.500	5	.500	.600	.701
Within Groups	10.000	12	.833		
Total	12.500	17			

Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	1.0000	.0000	.0000	1.0000	1.0000	1.00	1.00
K1	3	2.0000	.1000	.5773	-.4841	4.4841	1.00	3.00
P1	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P2	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P3	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P4	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
Total	18	1.1667	.8574	.2021	.7402	1.5931	.00	3.00

## Hari Ke-8

### Tests of Normality<sup>a</sup>

		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K1	1.000	3	1.000
	P1	1.000	3	1.000
	P2	1.000	3	1.000
	P3	1.000	3	1.000
	P4	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Pengulangan is constant when Perlakuan = K0. It has been omitted.

### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.800	5	12	.571

### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.000	5	3.200	3.840	.026
Within Groups	10.000	12	.833		
Total	26.000	17			

### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.00	.00
K1	3	3.0000	.1000	.5773	.5159	5.4841	2.00	4.00
P1	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P2	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P3	3	1.0000	.1000	.5773	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P4	3	2.0000	.1000	.5773	-.4841	4.4841	1.00	3.00
Total	18	1.3333	1.2366	.2914	.7183	1.9483	.00	4.00

### Multiple Comparisons

Pengulangan  
LSD

(I) Perlaku an	(J) Perlaku an	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0	K1	-3.00000	.74536	.002	-4.6240	-1.3760
	P1	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
	P2	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
	P3	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
	P4	-2.00000	.74536	.020	-3.6240	-.3760
K1	K0	3.00000	.74536	.002	1.3760	4.6240
	P1	2.00000	.74536	.020	.3760	3.6240
	P2	2.00000	.74536	.020	.3760	3.6240
	P3	2.00000	.74536	.020	.3760	3.6240
	P4	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240
P1	K0	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240
	K1	-2.00000	.74536	.020	-3.6240	-.3760
	P2	.00000	.74536	1.000	-1.6240	1.6240
	P3	.00000	.74536	1.000	-1.6240	1.6240
	P4	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
P2	K0	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240
	K1	-2.00000	.74536	.020	-3.6240	-.3760
	P1	.00000	.74536	1.000	-1.6240	1.6240
	P3	.00000	.74536	1.000	-1.6240	1.6240
	P4	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
P3	K0	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240
	K1	-2.00000	.74536	.020	-3.6240	-.3760
	P1	.00000	.74536	1.000	-1.6240	1.6240
	P2	.00000	.74536	1.000	-1.6240	1.6240
	P4	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
P4	K0	2.00000	.74536	.020	.3760	3.6240
	K1	-1.00000	.74536	.205	-2.6240	.6240
	P1	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240
	P2	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240
	P3	1.00000	.74536	.205	-.6240	2.6240

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Hari Ke-12

### Tests of Normality<sup>a</sup>

Perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K1	.750	3	.000
	P1	1.000	3	1.000
	P2	1.000	3	1.000
	P3	1.000	3	1.000
	P4	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Pengulangan is constant when Perlakuan = K0. It has been omitted.

### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.951	5	12	.484



### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26.278	5	5.256	7.277	.002
Within Groups	8.667	12	.722		
Total	34.944	17			



### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.00	.00
K1	3	3.6667	.5735	.3333	2.2324	5.1009	3.00	4.00
P1	3	1.0000	.1000	.5735	-1.4841	3.4841	.00	2.00
P2	3	2.0000	.1000	.5735	-.4841	4.4841	1.00	3.00
P3	3	2.0000	.1000	.5735	-.4841	4.4841	1.00	3.00
P4	3	3.0000	.1000	.5735	.5159	5.4841	2.00	4.00
Total	18	1.9444	1.4372	.3793	1.2315	2.6574	.00	4.00

### Multiple Comparisons

Pengulangan  
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0	K1	-3.66667	.69389	.000	-5.1785	-2.1548
	P1	-1.00000	.69389	.175	-2.5119	.5119
	P2	-2.00000	.69389	.014	-3.5119	-.4881
	P3	-2.00000	.69389	.014	-3.5119	-.4881
	P4	-3.00000	.69389	.001	-4.5119	-1.4881
K1	K0	3.66667	.69389	.000	2.1548	5.1785
	P1	2.66667	.69389	.002	1.1548	4.1785
	P2	1.66667	.69389	.033	.1548	3.1785
	P3	1.66667	.69389	.033	.1548	3.1785
	P4	.66667	.69389	.356	-.8452	2.1785
P1	K0	1.00000	.69389	.175	-.5119	2.5119
	K1	-2.66667	.69389	.002	-4.1785	-1.1548
	P2	-1.00000	.69389	.175	-2.5119	.5119
	P3	-1.00000	.69389	.175	-2.5119	.5119
	P4	-2.00000	.69389	.014	-3.5119	-.4881
P2	K0	2.00000	.69389	.014	.4881	3.5119
	K1	-1.66667	.69389	.033	-3.1785	-.1548
	P1	1.00000	.69389	.175	-.5119	2.5119
	P3	.00000	.69389	1.000	-1.5119	1.5119
	P4	-1.00000	.69389	.175	-2.5119	.5119
P3	K0	2.00000	.69389	.014	.4881	3.5119
	K1	-1.66667	.69389	.033	-3.1785	-.1548
	P1	1.00000	.69389	.175	-.5119	2.5119
	P2	.00000	.69389	1.000	-1.5119	1.5119
	P4	-1.00000	.69389	.175	-2.5119	.5119
P4	K0	3.00000	.69389	.001	1.4881	4.5119
	K1	-.66667	.69389	.356	-2.1785	.8452
	P1	2.00000	.69389	.014	.4881	3.5119
	P2	1.00000	.69389	.175	-.5119	2.5119
	P3	1.00000	.69389	.175	-.5119	2.5119

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Hari Ke-16

### Tests of Normality<sup>b,c,d</sup>

Perlakuan	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Pengulangan P1	1.000	3	1.000
P2	1.000	3	1.000
P3	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Pengulangan is constant when Perlakuan = K0. It has been omitted.

c. Pengulangan is constant when Perlakuan = K1. It has been omitted.

d. Pengulangan is constant when Perlakuan = P4. It has been omitted.

### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.400	5	12	.099

### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.000	5	6.800	13.600	.000
Within Groups	6.000	12	.500		
Total	40.000	17			

### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.00	.00
K1	3	4.0000	.0000	.0000	4.0000	4.0000	4.00	4.00
P1	3	2.0000	.1000	.7735	-.4841	4.4841	1.00	3.00
P2	3	3.0000	.1000	.5735	.5159	5.4841	2.00	4.00
P3	3	3.0000	.1000	.5775	.5159	5.4841	2.00	4.00
P4	3	4.0000	.0000	.0000	4.0000	4.0000	4.00	4.00
Total	18	2.6667	1.5393	.3615	1.9039	3.4295	.00	4.00



### Multiple Comparisons

Pengulangan  
LSD

(I) Perlaku an	(J) Perlaku an	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0	K1	-4.00000	.57735	.000	-5.2579	-2.7421
	P1	-2.00000	.57735	.005	-3.2579	-.7421
	P2	-3.00000	.57735	.000	-4.2579	-1.7421
	P3	-3.00000	.57735	.000	-4.2579	-1.7421
	P4	-4.00000	.57735	.000	-5.2579	-2.7421
K1	K0	4.00000	.57735	.000	2.7421	5.2579
	P1	2.00000	.57735	.005	.7421	3.2579
	P2	1.00000	.57735	.109	-.2579	2.2579
	P3	1.00000	.57735	.109	-.2579	2.2579
	P4	.00000	.57735	1.000	-1.2579	1.2579
P1	K0	2.00000	.57735	.005	.7421	3.2579
	K1	-2.00000	.57735	.005	-3.2579	-.7421
	P2	-1.00000	.57735	.109	-2.2579	.2579
	P3	-1.00000	.57735	.109	-2.2579	.2579
	P4	-2.00000	.57735	.005	-3.2579	-.7421
P2	K0	3.00000	.57735	.000	1.7421	4.2579
	K1	-1.00000	.57735	.109	-2.2579	.2579
	P1	1.00000	.57735	.109	-.2579	2.2579
	P3	.00000	.57735	1.000	-1.2579	1.2579
	P4	-1.00000	.57735	.109	-2.2579	.2579
P3	K0	3.00000	.57735	.000	1.7421	4.2579
	K1	-1.00000	.57735	.109	-2.2579	.2579
	P1	1.00000	.57735	.109	-.2579	2.2579
	P2	.00000	.57735	1.000	-1.2579	1.2579
	P4	-1.00000	.57735	.109	-2.2579	.2579
P4	K0	4.00000	.57735	.000	2.7421	5.2579
	K1	.00000	.57735	1.000	-1.2579	1.2579
	P1	2.00000	.57735	.005	.7421	3.2579
	P2	1.00000	.57735	.109	-.2579	2.2579
	P3	1.00000	.57735	.109	-.2579	2.2579

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### 3. Berat Basah Gulma

#### Tests of Normality

Perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Pengulangan	K0	.972	3	.679
	K1	.996	3	.878
	P1	.893	3	.363
	P2	.964	3	.637
	P3	.881	3	.328
	P4	.949	3	.567

a. Lilliefors Significance Correction

#### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.065	5	12	.426

#### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1235.611	5	247.122	6.513	.004
Within Groups	455.333	12	37.944		
Total	1690.944	17			

#### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	4.133	.8621	4.777	19.916	62.751	.3	4.9
K1	3	1.766	.4509	2.034	6.465	28.868	1.3	2.2
P1	3	2.800	.7937	4.826	8.283	47.717	2.2	3.7
P2	3	2.233	.3055	1.638	14.744	29.922	1.9	2.5
P3	3	2.466	.5859	3.830	10.111	39.222	1.8	2.9
P4	3	1.633	.5131	2.627	3.586	29.081	1.2	2.2
Total	18	2.505	.9973	2.507	20.096	30.015	1.2	4.9

### Multiple Comparisons

Pengulangan  
LSD

(I) Perlaku an	(J) Perlaku an	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0	K1	23.6667	5.0295	.001	12.708	34.625
	P1	13.3333	5.0295	.021	2.375	24.292
	P2	19.0000	5.0295	.003	8.042	29.958
	P3	16.6667	5.0295	.006	5.708	27.625
	P4	25.0000	5.0295	.000	14.042	35.958
K1	K0	-23.6667	5.0295	.001	-34.625	-12.708
	P1	-10.3333	5.0295	.062	-21.292	.625
	P2	-4.6667	5.0295	.372	-15.625	6.292
	P3	-7.0000	5.0295	.189	-17.958	3.958
	P4	1.3333	5.0295	.795	-9.625	12.292
P1	K0	-13.3333	5.0295	.021	-24.292	-2.375
	K1	10.3333	5.0295	.062	-.625	21.292
	P2	5.6667	5.0295	.282	-5.292	16.625
	P3	3.3333	5.0295	.520	-7.625	14.292
	P4	11.6667	5.0295	.039	.708	22.625
P2	K0	-19.0000	5.0295	.003	-29.958	-8.042
	K1	4.6667	5.0295	.372	-6.292	15.625
	P1	-5.6667	5.0295	.282	-16.625	5.292
	P3	-2.3333	5.0295	.651	-13.292	8.625
	P4	6.0000	5.0295	.256	-4.958	16.958
P3	K0	-16.6667	5.0295	.006	-27.625	-5.708
	K1	7.0000	5.0295	.189	-3.958	17.958
	P1	-3.3333	5.0295	.520	-14.292	7.625
	P2	2.3333	5.0295	.651	-8.625	13.292
	P4	8.3333	5.0295	.123	-2.625	19.292
P4	K0	-25.0000	5.0295	.000	-35.958	-14.042
	K1	-1.3333	5.0295	.795	-12.292	9.625
	P1	-11.6667	5.0295	.039	-22.625	-.708
	P2	-6.0000	5.0295	.256	-16.958	4.958
	P3	-8.3333	5.0295	.123	-19.292	2.625

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

#### 4. Berat Kering Gulm

##### Tests of Normality

		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pengulangan	K0	.974	3	.688
	K1	.871	3	.298
	P1	.848	3	.235
	P2	.964	3	.637
	P3	.862	3	.274
	P4	.993	3	.843

a. Lilliefors Significance Correction

##### Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.771	5	12	.193

##### ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	515.167	5	103.033	3.127	.049
Within Groups	395.333	12	32.944		
Total	910.500	17			

##### Descriptives

Pengulangan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K0	3	2.0667	.7094	.4096	3.0427	3.2906	13.00	27.00
K1	3	.4333	.3214	.1855	-3.6521	1.3187	2.00	8.00
P1	3	1.1333	.8144	.4702	-8.8988	3.5655	2.00	17.00
P2	3	1.2333	.3055	.1763	4.7442	1.9225	9.00	15.00
P3	3	1.1000	.7000	.4041	-6.3890	2.3890	6.00	19.00
P4	3	.5333	.3511	.2027	-3.3907	1.0573	2.00	9.00
Total	18	1.0833	.7318	.1724	7.1940	1.4727	2.00	27.00

### Multiple Comparisons

Pengulangan  
LSD

(I) Perlaku an	(J) Perlaku an	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0	K1	16.33333	4.68647	.005	6.1224	26.5443
	P1	9.33333	4.68647	.070	-.8776	19.5443
	P2	8.33333	4.68647	.101	-1.8776	18.5443
	P3	9.66667	4.68647	.061	-.5443	19.8776
	P4	15.33333	4.68647	.007	5.1224	25.5443
K1	K0	-16.33333	4.68647	.005	-26.5443	-6.1224
	P1	-7.00000	4.68647	.161	-17.2109	3.2109
	P2	-8.00000	4.68647	.114	-18.2109	2.2109
	P3	-6.66667	4.68647	.180	-16.8776	3.5443
	P4	-1.00000	4.68647	.835	-11.2109	9.2109
P1	K0	-9.33333	4.68647	.070	-19.5443	.8776
	K1	7.00000	4.68647	.161	-3.2109	17.2109
	P2	-1.00000	4.68647	.835	-11.2109	9.2109
	P3	.33333	4.68647	.944	-9.8776	10.5443
	P4	6.00000	4.68647	.225	-4.2109	16.2109
P2	K0	-8.33333	4.68647	.101	-18.5443	1.8776
	K1	8.00000	4.68647	.114	-2.2109	18.2109
	P1	1.00000	4.68647	.835	-9.2109	11.2109
	P3	1.33333	4.68647	.781	-8.8776	11.5443
	P4	7.00000	4.68647	.161	-3.2109	17.2109
P3	K0	-9.66667	4.68647	.061	-19.8776	.5443
	K1	6.66667	4.68647	.180	-3.5443	16.8776
	P1	-.33333	4.68647	.944	-10.5443	9.8776
	P2	-1.33333	4.68647	.781	-11.5443	8.8776
	P4	5.66667	4.68647	.250	-4.5443	15.8776
P4	K0	-15.33333	4.68647	.007	-25.5443	-5.1224
	K1	1.00000	4.68647	.835	-9.2109	11.2109
	P1	-6.00000	4.68647	.225	-16.2109	4.2109
	P2	-7.00000	4.68647	.161	-17.2109	3.2109
	P3	-5.66667	4.68647	.250	-15.8776	4.5443

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

#### LAMPIRAN 4.

### SILABUS KEGIATAN PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN BIOLOGI TINGKAT SMA KELAS X KURIKULUM 2013

Nama Sekolah : Sekolah Menengah Atas (SMA)

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : X (Sepuluh)/II

Materi Pokok : 10. Perubahan Lingkungan/Iklim dan Daur Ulang Limbah

Alokasi Waktu : 4 x 4 Jp

**Kompetensi inti** : **KI. 1** : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang di anautnya.

**KI. 2** : Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri. Dalam berintraksi secara aktif dengan lingkungan sosial dan alam. Dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.

**KI. 3** : Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingn tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, yang terkait fenomena dan kejadian tampak mata.

**KI. 4** : Mengolah, menyaji dan menalar dalam ranah konkret ( menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi dan membuat) dan membuat ranah abstrak ( menulis, membaca,

menghitung, menggambar dan mengarang) sesuai dengan yang di pelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Media, Alat, Bahan
<p>3.10 Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan</p> <p>4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan</p>	<p>Keseimbangan lingkungan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerusakan lingkungan/pencemaran lingkungan.</li> <li>▪ Pelestarian lingkungan</li> </ul> <p>Limbah dan daur ulang.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jenis-jenis limbah.</li> <li>▪ Proses daur ulang</li> </ul>	<p><b>Mengamati</b> Membaca hasil studi dari berbagai laporan media mengenai kerusakan lingkungan, mendiskusikan secara kelompok untuk menemukan faktor penyebab terjadinya kerusakan.</p> <p><b>Menanya</b> Apa yang dimaksud dengan ketidakseimbangan lingkungan dan apa saja penyebabnya</p> <p><b>Mengumpulkan Data (Eksperimen/Eksplorasi)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan percobaan polusi air /udara untuk menemukan daya tahan makhluk untuk kelangsungan kehidupannya. Melalui kerja kelompok.</li> <li>• Mengumpulkan informasi sebagai bahan diskusi atau sebagai topik yang akan didiskusikan mengenai masalah kerusakan lingkungan</li> </ul>	<p><b>Tugas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat karya daur ulang limbah dari mulai mendesain, memilih bahan, membuat, menaksir harga satuan produk yang dihasilkan, mengkomunikasikan hasil karya</li> <li>• Membuat laporan media informasi populer tentang kerusakan alam yang terjadi di wilayahnya baik laporan lisan, tulisan, dalam bentuk video, atau lukisan/banner/poster</li> </ul> <p><b>Observasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sikap ilmiah dalam mengamati, berdiskusi, membuat karya, dan merefleksikan diri terhadap perilaku pengrusakan</li> </ul>	4 x 4 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foto perubahan lingkungan</li> <li>• Charta lingkungan alami dan lingkungan yang rusak</li> <li>• LKS percobaan pengaruh polutan terhadap makhluk hidup</li> </ul>



upaya pelestarian lingkungan		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat usulan cara pencegahan dan pemulihan kerusakan lingkungan akibat polusi</li> <li>• Studi literature tentang jenis-jenis limbah serta pengaruhnya terhadap kesehatan dan perubahan lingkungan</li> <li>• Mendiskusikan tentang pemanasan global, penipisan lapisan ozon dan efek rumah kaca apa penyebabnya dan bagaimana mencegah dan menanggulangnya.</li> <li>• Membuat daur ulang limbah</li> </ul> <p><b>Mengasosiasikan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyimpulkan hasil pengamatan, diskusi, pengumpulan informasi serta studi literature tentang dampak kerusakan lingkungan penyebab, pencegahan serta penanggulangannya.</li> </ul> <p><b>Mengkomunikasikan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usulan / himbauan tindakan nyata pelestarian lingkungan dan hemat energi yang harus dilakukan di tingkat sekolah dan tiap individu siswa yang dilakukan di rumah, sekolah, dan area pergaulan siswa</li> <li>• Laporan hasil pengamatan secara tertulis</li> <li>• Presentasi secara lisan tentang kerusakan lingkungan dan daur ulang limbah</li> </ul>	lingkungan  <b>Portofolio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usulan/ide/gagasan tindakan nyata upaya pelestarian lingkungan dan budaya hemat energi</li> </ul> <p><b>Tes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemahaman tentang konsep kerusakan lingkungan dan upaya pelestarian dengan menggunakan bagan/diagram</li> <li>• Konsep-konsep baru tentang pelestarian lingkungan dan pembuatan produk daur ulang</li> </ul>	
------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



## LAMPIRAN 5.

### Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Nama Sekolah : Sekolah Menengah Atas (SMA)  
Mata Pelajaran : Biologi  
Kelas/Semester : X (Sepuluh)/II  
Materi Pokok : 10. Perubahan Lingkungan/Iklim dan Daur Ulang Limbah  
Alokasi Waktu : 4 x 4 Jp

#### A. Kompetensi Inti :

- KI. 1:** Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang di anautnya.
- KI. 2:** Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri. Dalam berinteraksi secara aktif dengan lingkungan sosial dan alam. Dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.
- KI. 3:** Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingn tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, yang terkait fenomena dan kejadian tampak mata.
- KI. 4:** Mengolah, menyaji dan menalar dalam ranah konkret ( menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi dan membuat) dan membuat ranah abstrak ( menulis, membaca, menghitung, menggambar dan mengarang) sesuai dengan yang di pelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.

B. Kompetensi Dasar	C. Indikator	D. Tujuan Pembelajaran
4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan	4.10.1 Membuat daur ulang limbah 4.10.2 Membuat usulan / himbauan tindakan nyata pelestarian lingkungan dan hemat energi yang harus dilakukan di tingkat sekolah dan tiap individu siswa yang dilakukan di rumah, sekolah, dan area pergaulan siswa 4.11.4 Membuat laporan hasil pengamatan secara tertulis 4.11.5 Mempresentasikan secara lisan tentang kerusakan lingkungan dan daur ulang limbah	4.10.1.1 Menginventarisir data informasi dari diskusi mengenai masalah perusakan lingkungan 4.10.1.2 Menginventarisir data-data tentang jenis-jenis limbah serta pengaruhnya terhadap kesehatan dan perubahan lingkungan 4.10.1.3 Menyimpulkan hasil pengamatan, diskusi, pengumpulan informasi serta studi literature tentang dampak kerusakan lingkungan penyebab, pencegahan serta penanggulangannya

#### E. Materi Pembelajaran

- Limbah dan daurulang limbah
  - Jenis-jenis limbah
  - Proses daur ulang
  - 3 R (reuse, reduce, recyle)

#### F. Metode Pembelajaran

Pendekatan : Scientific  
 Metode : Diskusi dan Eksperimen  
 Model : Discovery Learning

#### G. Media Pembelajaran

- Laboratorium biologi dan sarananya

- Bahan Presentasi
- Laptop & infocus

#### H. Sumber Belajar

- Buku Biologi Kls X Kemdikbud
- Buku lain yang menunjang
- Multimedia interaktif dan Internet

#### I. Langkah-Langkah Pembelajaran

3. Pertemuan Ke-3 (3 x 45 Menit)	
Kegiatan Pendahuluan (15 Menit)	
<p><b>Guru :</b></p> <p><b>Orientasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran</li> <li>❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin</li> <li>❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran.</li> </ul> <p><b>Aperpepsi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya, yaitu : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Pelestarian lingkungan, Adapatasi dan mitigasi</i></li> </ul> </li> <li>❖ Mengingatn kembali materi prasyarat dengan bertanya.</li> <li>❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan.</li> </ul> <p><b>Motivasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>❖ Apabila materitema// projek ini kerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Jenis-jenis limbah</i></li> </ul> </li> <li>❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung</li> <li>❖ Mengajukan pertanyaan</li> </ul> <p><b>Pemberian Acuan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.</li> <li>❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang</li> </ul>	

### 3. Pertemuan Ke-3 (3 x 45 Menit)

berlangsung

- ❖ Pembagian kelompok belajar
- ❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.

#### Kegiatan Inti (105 Menit)

Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Stimulation (stimulasi/pemberian rangsangan)	<p><b><u>KEGIATAN LITERASI</u></b></p> <p>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi <i>Jenis-jenis limbah</i> dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>❖ <b>Melihat</b> (tanpa atau dengan Alat) Menayangkan gambar/foto/video tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i>.  “Apa yang kalian pikirkan tentang foto/gambar tersebut?”</li><li>❖ <b>Mengamati</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ Lembar kerja materi <i>Jenis-jenis limbah</i>.</li><li>➢ Pemberian contoh-contoh materi <i>Jenis-jenis limbah</i> untuk dapat dikembangkan peserta didik, dari media interaktif, dsb</li></ul></li><li>❖ <b>Membaca</b> (dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung). Membaca materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan <i>Jenis-jenis limbah</i>.</li><li>❖ <b>Mendengar</b> Pemberian materi <i>Jenis-jenis limbah</i> oleh guru.</li><li>❖ <b>Menyimak</b> Penjelasan pengantar kegiatan secara garis besar/global tentang materi pelajaran mengenai materi :<ul style="list-style-type: none"><li>➢ <i>Jenis-jenis limbah</i></li></ul>untuk melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi.</li><li>❖ <b>Menulis</b> Peserta didik menulis resume tentang apa yang telah dibaca, diamati dan didengarkan sebagai pembiasaan dalam membaca dan menulis (<i>Literasi</i>)</li></ul>

3. Pertemuan Ke-3 (3 x 45 Menit)		
Problem statemen (pertanyaan/identifikasi masalah)	<p><b><u>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></b></p> <p>Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mengajukan pertanyaan</b> tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <i>Jenis-jenis limbah</i> yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik) untuk mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat. Misalnya : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ?</li> <li>➢ ?</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
Data collection (pengumpulan data)	<p><b><u>KEGIATAN LITERASI</u></b></p> <p>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mengamati obyek/kejadian</b> Mengamati dengan seksama materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang sedang dipelajari dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya.</li> <li>❖ <b>Membaca sumber lain selain buku teks</b> Mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang sedang dipelajari.</li> <li>❖ <b>Aktivitas</b> Menyusun daftar pertanyaan atas hal-hal yang belum dapat dipahami dari kegiatan mengamati dan membaca yang akan diajukan kepada guru berkaitan dengan materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang sedang dipelajari.</li> <li>❖ <b>Wawancara/tanya jawab dengan nara sumber</b> Mengajukan pertanyaan berkaiatan dengan materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang telah disusun dalam daftar pertanyaan kepada guru.</li> </ul> <p><b><u>COLLABORATION (KERJASAMA)</u></b></p> <p>Peserta didik dibentuk dalam beberapa kelompok untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mendiskusikan</b></li> </ul>	

3. Pertemuan Ke-3 (3 x 45 Menit)		
	<p>Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas contoh dalam buku paket mengenai materi <i>Jenis-jenis limbah</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mengumpulkan informasi</b> Mencatat semua informasi tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang telah diperoleh pada buku catatan dengan tulisan yang rapi dan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar.</li> <li>❖ <b>Mempresentasikan ulang</b> Peserta didik mengkomunikasikan secara lisan atau mempresentasikan materi <i>Jenis-jenis limbah</i> sesuai dengan pemahamannya.</li> <li>❖ <b>Saling tukar informasi</b> tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <i>Jenis-jenis limbah</i></li> </ul> dengan ditanggapi aktif oleh peserta didik dari kelompok lainnya sehingga diperoleh sebuah pengetahuan baru yang dapat dijadikan sebagai bahan diskusi kelompok kemudian, dengan menggunakan metode ilmiah yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang disediakan dengan cermat untuk mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.</li> </ul>	
Data processing (pengolahan Data)	<p><b><u>COLLABORATION (KERJASAMA) dan CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></b></p> <p>Peserta didik dalam kelompoknya berdiskusi mengolah data hasil pengamatan dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Berdiskusi</b> tentang data dari Materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <i>Jenis-jenis limbah</i></li> </ul> </li> <li>❖ <b>Mengolah informasi</b> dari materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya mau pun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja.</li> <li>❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi <i>Jenis-jenis limbah</i>.</li> </ul>	
Verification (pembuktian)	<p><b><u>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></b></p> <p>Peserta didik mendiskusikan hasil pengamatannya dan memverifikasi hasil pengamatannya dengan data-data atau teori pada buku sumber melalui kegiatan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan</li> </ul>	



3. Pertemuan Ke-3 (3 x 45 Menit)		
	<p>kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam membuktikan tentang materi :</p> <p>➤ <i>Jenis-jenis limbah</i></p> <p><b>antara lain dengan :</b> Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas jawaban soal-soal yang telah dikerjakan oleh peserta didik.</p>	
Generalizatio (menarik kesimpulan)	<p><b><u>COMMUNICATION (BERKOMUNIKASI)</u></b></p> <p>Peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Menyampaikan hasil diskusi tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i> berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan.</li> <li>❖ Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Jenis-jenis limbah</i></li> </ul> </li> <li>❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i> dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan.</li> <li>❖ Bertanya atas presentasi tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.</li> </ul> <p><b><u>CREATIVITY (KREATIVITAS)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Jenis-jenis limbah</i></li> </ul> </li> <li>❖ Menjawab pertanyaan tentang materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau lembar kerja yang telah disediakan.</li> <li>❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa berkaitan dengan materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang akan selesai dipelajari</li> <li>❖ Menyelesaikan uji kompetensi untuk materi <i>Jenis-jenis limbah</i> yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang telah disediakan secara individu untuk mengecek penguasaan siswa terhadap materi pelajaran.</li> </ul>	
<p><b>Catatan :</b> Selama pembelajaran <i>Jenis-jenis limbah</i> berlangsung, guru mengamati sikap siswa dalam pembelajaran yang meliputi</p>		

### 3. Pertemuan Ke-3 (3 x 45 Menit)

sikap: *nasionalisme, disiplin, rasa percaya diri, berperilaku jujur, tangguh menghadapi masalah tanggungjawab, rasa ingin tahu, peduli lingkungan*

#### Kegiatan Penutup (15 Menit)

##### Peserta didik :

- ❖ Membuat resume dengan bimbingan guru tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi *Jenis-jenis limbah* yang baru dilakukan.
- ❖ Mengagendakan pekerjaan rumah untuk materi pelajaran *Jenis-jenis limbah* yang baru diselesaikan.
- ❖ Mengagendakan materi atau tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja yang harus mempelajari pada pertemuan berikutnya di luar jam sekolah atau dirumah.

##### Guru :

- ❖ Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa untuk materi pelajaran *Jenis-jenis limbah*.
- ❖ Peserta didik yang selesai mengerjakan tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja pada materi pelajaran *Jenis-jenis limbah*.
- ❖ Memberikan penghargaan untuk materi pelajaran *Jenis-jenis limbah* kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik.

### 4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)

#### Kegiatan Pendahuluan (15 Menit)

##### Guru :

##### Orientasi

- ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran
- ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin
- ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran.

##### Aperpepsi

- ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya, yaitu :
  - *Jenis-jenis limbah*
- ❖ Mengingat kembali materi prasyarat dengan bertanya.

#### 4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)

- ❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan.

##### Motivasi

- ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.
- ❖ Apabila materi tema// projek ini kerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang materi :
  - *Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)*
- ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung
- ❖ Mengajukan pertanyaan

##### Pemberian Acuan

- ❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.
- ❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung
- ❖ Pembagian kelompok belajar
- ❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.

#### Kegiatan Inti (105 Menit)

Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	
Stimulation (stimulasi/ pemberian rangsangan)	<p><b><u>KEGIATAN LITERASI</u></b></p> <p>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Melihat</b> (tanpa atau dengan Alat)               <p>Menayangkan gambar/foto/video tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i>.</p> <p>“Apa yang kalian pikirkan tentang foto/gambar tersebut?”</p> </li> <li>❖ <b>Mengamati</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Lembar kerja materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i>.</li> <li>➢ Pemberian contoh-contoh materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> untuk dapat dikembangkan peserta didik, dari media interaktif, dsb</li> </ul> </li> <li>❖ <b>Membaca</b> (dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung).               <p>Membaca materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan</p> </li> </ul>	

4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)		
	<p>dengan <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mendengar</b> Pemberian materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> oleh guru.</li> <li>❖ <b>Menyimak</b> Penjelasan pengantar kegiatan secara garis besar/global tentang materi pelajaran mengenai materi : ➤ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> untuk melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi.</li> <li>❖ <b>Menulis</b> Peserta didik menulis resume tentang apa yang telah dibaca, diamati dan didengarkan sebagai pembiasaan dalam membaca dan menulis (<b>Literasi</b>)</li> </ul>	
Problem statemen (pertanyaan/identifikasi masalah)	<p><b><u>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></b> Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mengajukan pertanyaan</b> tentang materi : ➤ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik) untuk mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat. Misalnya : ➤ ? ➤ ?</li> </ul>	
Data collection (pengumpulan data)	<p><b><u>KEGIATAN LITERASI</u></b> Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mengamati obyek/kejadian</b> Mengamati dengan seksama materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang sedang dipelajari dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya.</li> <li>❖ <b>Membaca sumber lain selain buku teks</b> Mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan</li> </ul>	

4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)	
	<p>pemahaman tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang sedang dipelajari.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Aktivitas</b> Menyusun daftar pertanyaan atas hal-hal yang belum dapat dipahami dari kegiatan mengmati dan membaca yang akan diajukan kepada guru berkaitan dengan materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang sedang dipelajari.</li> <li>❖ <b>Wawancara/tanya jawab dengan nara sumber</b> Mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang telah disusun dalam daftar pertanyaan kepada guru.</li> </ul> <p><b><u>COLLABORATION (KERJASAMA)</u></b></p> <p>Peserta didik dibentuk dalam beberapa kelompok untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Mendiskusikan</b> Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas contoh dalam buku paket mengenai materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i>.</li> <li>❖ <b>Mengumpulkan informasi</b> Mencatat semua informasi tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang telah diperoleh pada buku catatan dengan tulisan yang rapi dan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar.</li> <li>❖ <b>Mempresentasikan ulang</b> Peserta didik mengkomunikasikan secara lisan atau mempresentasikan materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> sesuai dengan pemahamannya.</li> <li>❖ <b>Saling tukar informasi</b> tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i></li> </ul> dengan ditanggapi aktif oleh peserta didik dari kelompok lainnya sehingga diperoleh sebuah pengetahuan baru yang dapat dijadikan sebagai bahan diskusi kelompok kemudian, dengan menggunakan metode ilmiah yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang disediakan dengan cermat untuk mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.</li> </ul>
Data	<b><u>COLLABORATION (KERJASAMA) dan CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></b>

4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)		
processing (pengolahan Data)	<p>Peserta didik dalam kelompoknya berdiskusi mengolah data hasil pengamatan dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Berdiskusi</b> tentang data dari Materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i></li> </ul> </li> <li>❖ <b>Mengolahinformasi</b> dari materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya mau pun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja.</li> <li>❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i>.</li> </ul>	
Verification (pembuktian)	<p><b><u>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></b></p> <p>Peserta didik mendiskusikan hasil pengamatannya dan memverifikasi hasil pengamatannya dengan data-data atau teori pada buku sumber melalui kegiatan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam membuktikan tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i></li> </ul> </li> </ul> <p><b>antara lain dengan :</b> Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas jawaban soal-soal yang telah dikerjakan oleh peserta didik.</p>	
Generalizatio (menarik kesimpulan)	<p><b><u>COMMUNICATION (BERKOMUNIKASI)</u></b></p> <p>Peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Menyampaikan hasil diskusi tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan.</li> <li>❖ Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i></li> </ul> </li> <li>❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentanag materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan.</li> <li>❖ Bertanya atas presentasi tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.</li> </ul>	



4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)		
	<p><b><u>CREATIVITY (KREATIVITAS)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang materi : ➤ <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i></li> <li>❖ Menjawab pertanyaan tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau lembar kerja yang telah disediakan.</li> <li>❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa berkaitan dengan materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang akan selesai dipelajari</li> <li>❖ Menyelesaikan uji kompetensi untuk materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang telah disediakan secara individu untuk mengecek penguasaan siswa terhadap materi pelajaran.</li> </ul>	
<p><b>Catatan :</b> Selama pembelajaran <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> berlangsung, guru mengamati sikap siswa dalam pembelajaran yang meliputi sikap: <u><b>nasionalisme, disiplin, rasa percaya diri, berperilaku jujur, tangguh menghadapi masalah tanggungjawab, rasa ingin tahu, peduli lingkungan</b></u></p>		
Kegiatan Penutup (15 Menit)		
<p><b>Peserta didik :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Membuat resume dengan bimbingan guru tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang baru dilakukan.</li> <li>❖ Mengagendakan pekerjaan rumah untuk materi pelajaran <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i> yang baru diselesaikan.</li> <li>❖ Mengagendakan materi atau tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja yang harus mempelajari pada pertemuan berikutnya di luar jam sekolah atau dirumah.</li> </ul> <p><b>Guru :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa untuk materi pelajaran <i>Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)</i>.</li> <li>❖ Peserta didik yang selesai mengerjakan tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja pada materi</li> </ul>		

#### 4. Pertemuan Ke-4 (3 x 45 Menit)

pelajaran *Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)*.

- ❖ Memberikan penghargaan untuk materi pelajaran *Proses daur ulang dan 3 R (reuse, reduce, recycle)* kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik.

#### J. Penilaian

Jenis Penilaian	Tehnik Penilaian	Bentuk Instrumen
Sikap	Penilaian diri	Lembar penilaian diri
Pengetahuan	Tes tertulis	Soal esay
keterampilan	Tes praktek	Lembar pengamatan

Mengetahui,  
Kepela Sekolah

NIP;



Bandar Lampung,  
September 2014

Guru Mata Pelajara

NIP;



## **Lampiran 6**

### **PanduanPraktikum**

#### **Pengaruh Lama Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao(*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bioherbisida Gulma belulang (*Eleusine indica* L.)**

### **I. Teori**

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses atau suatu aktivitas yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu yang tidak dikehendaki oleh lingkungan. Hasil buangan tersebut biasanya berasal dari kegiatan manusia.

Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada karakteristik limbah yaitu; Berukuran mikro, Dinamis, Berdampak luas penyebarannya, Berdampak jangka panjang. Faktor yang mempengaruhi kualitas limbah adalah :Volume limbah, Kandungan bahan pencemar, Frekuensi pembuangan limbah

Berdasarkan wujudnya limbah dibedakan menjadi :

1. Limbah padat( limbah yang berwujud padat ). Contoh : kaleng, plastik, kertas, daun dll
2. Limbah cair( limbah yang berwujud cair ). Contoh : cairan sisa pengolahan produk dari industry dll
3. Limbah gas ( limbah yang berwujud gas ). Contoh : gas dinitrogen monoksida dll

### **II. Tujuan**

1. Untuk mengetahui cara pengolahan limbah yang baik dan benar dalam upaya melestarikan lingkungan
2. Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh fermentasi limbah cair pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai herbisida gulma belulang (*Eleusine indica* L.)

### **III. Alat dan Bahan**

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1. Pot/polibag | 4. Cutter    |
| 2. Ember       | 5. Gelasukur |
| 3. Cangkul     | 6. Sekam     |

7. Pupuk kandang
8. Timbangan digital
9. Oven
10. Air
11. Roun-Up
12. Gulma belulang
13. Cairan pulp kakao
14. Sprayer 10ml
15. Alattulis dan penggaris
16. Lebel
17. Amplop

#### IV. Cara Kerja

##### A. Pembuatan Senyawa Bioherbisida.

1. Petiklah buah kakao, kemudian kupas dan pisahkan biji dari kulitnya.
2. Buanglah empelur yang melekat di bagian tengah biji.
3. Masukkan biji kakao yang sudah bersih kedalam karung.
4. Alasi karung menggunakan ember untuk menampung cairan pulp.
5. Tindih karung menggunakan benda berat.
6. Fermentasikan cairan pulp kakao selama 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari.

##### B. Penanaman Gulma

1. Masukkan tanah, pupuk kandang, dan sekam kedalam pot, dengan rasio perbandingan 1:1:1
2. Beri lubang pada sisi tengah pot untuk menanam gulma
3. Siram gulma pada sore hari dalam upaya pemeliharaan.

##### C. Pengaplikasian bioherbisida

1. Semprotkan bioherbisida yang telah di buat kegulma belulang sebanyak 5ml. lakukan setia phari.
2. Amati kematian gulma setiap 4 hari sekali.

#### V. Tabel Pengambilan Data

##### a. Tinggi gulma

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
<b>Aquade</b>			
<b>Round-UP</b>			
<b>Fermentasi 3 hari</b>			
<b>Fermentasi 6 hari</b>			
<b>Fermentasi 9 hari</b>			
<b>Fermentasi 12 hari</b>			

**b. Tingkat keracunan gulma**

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
Aquade			
Round-UP			
Fermentasi 3 hari			
Fermentasi 6 hari			
Fermentasi 9 hari			
Fermentasi 12 hari			

**c. Berat basah**

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
Aquade			
Round-UP			
Fermentasi 3 hari			
Fermentasi 6 hari			
Fermentasi 9 hari			
Fermentasi 12 hari			

**d. Berat kering gulma**

Perlakuan	Pengulangan		
	1	2	3
Aquade			
Round-UP			
Fermentasi 3 hari			
Fermentasi 6 hari			
Fermentasi 9 hari			
Fermentasi 12 hari			